

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
München

**Untersuchungen zur Prävention von und frühzeitigen
Reaktion auf Federpicken und Kannibalismus bei
Legehennen**

von Anne-Katrin Ursula Kaesberg
aus Bergisch-Gladbach

München 2018

Aus dem Veterinärwissenschaftlichen Department der Tierärztlichen
Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München

Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung

Arbeit angefertigt unter der Leitung von: Univ.-Prof. Dr. Dr. Michael H. Erhard

Mitbetreuung durch: Dr. Angela Schwarzer und Dr. Helen Louton

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Reinhard K. Straubinger, Ph.D.

Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. Dr. Michael H. Erhard

Korreferent: Priv.Do. Dr. Monika Rinder

Tag der Promotion: 27. Juli 2018

-Für meine Familie-

In Liebe und Dankbarkeit

INHALTSVERZEICHNIS

I.	EINLEITUNG	1
II.	ERWEITERTE LITERATURÜBERSICHT	3
1.	Definition und Einteilung von Federpicken und Kannibalismus	3
2.	Zusammenhang zwischen Federpicken und Kannibalismus	5
3.	Ursachen für die Entstehung von Federpicken und Kannibalismus.....	7
3.1.	Risikofaktor: Herdengröße	14
3.2.	Risikofaktor: Platzangebot auf der Sitzstange	15
3.3.	Risikofaktor: Fütterungsmanagement	16
4.	Boniturschemata in der Legehennenhaltung.....	17
5.	Betriebsbezogene Empfehlungen in der Legehennenhaltung	18
6.	Rechtliche Grundlagen	19
III.	MATERIAL UND METHODEN	21
1.	Projektdurchführung.....	22
2.	Gefieder- und Verletzungsbeurteilung (Bonitur).....	24
2.1.	Ausführliche Bonitur	24
2.2.	Visuelle Bonitur	26
3.	Risikofaktorenanalyse.....	28
3.1.	Erhebung von Management- und Stallklimadaten	28
3.2.	Multivariate Risikofaktorenanalyse	30
4.	Verbesserungsempfehlungen anhand der Betriebsbeurteilung.....	31
5.	Statistische Auswertung.....	32
5.1.	Visuelle Gefiederbonitur	32
5.2.	Multivariate Risikofaktorenanalyse	32
5.3.	Betriebsspezifische Verbesserungsempfehlungen	33
IV.	PUBLIZIERTE STUDIENERGEBNISSE	35
V.	ERWEITERTE ERGEBNISSE.....	51
1.	Deskriptive Ergebnisse zu dem Auftreten von Federpicken und Kannibalismus sowie den signifikanten Risikofaktoren.....	51

2.	Visuelle Bonitur	63
3.	Risikofaktorenanalyse.....	65
3.1.	Federpicken	71
3.2.	Kannibalismus	74
4.	Betriebsspezifische Verbesserungsempfehlungen	78
VI.	ERWEITERTE DISKUSSION.....	87
1.	Visuelle Bonitur	87
2.	Risikofaktorenanalyse.....	88
2.1.	Risikofaktor: Herdengröße	88
2.2.	Risikofaktor: Platzangebot auf der Sitzstange pro Tier	90
2.3.	Risikofaktor: Umläufe der Futterkette pro Tag.....	92
3.	Betriebsspezifische Verbesserungsempfehlungen	94
VII.	SCHLUSSFOLGERUNGEN	101
VIII.	ZUSAMMENFASSUNG	103
IX.	SUMMARY.....	107
X.	ERWEITERTES LITERATURVERZEICHNIS	111
XI.	VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN UND TABELLEN	127
XII.	EIDESSTAATLICHE VERSICHERUNG	129
XIII.	ANHANG	131
XIV.	DANKSAGUNG	141

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BB	Bovans Brown
DW	Dekalb White
FN	Falsch Negativ
FP	Falsch Positiv
GFP	Gentle Feather Pecking
KI	Konfidenzintervall
LB	Lohmann Brown
LSL	Lohmann Selected Leghorn
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
n	Stichprobenanzahl
OR	Odds Ratio
r	Pearson-Korrelationskoeffizient
RN	Richtig Negativ
RP	Richtig Positiv
SFP	Severe Feather Pecking
TSchG	Tierschutzgesetz
TierSchNutztV	Tierschutznutztierhaltungsverordnung

I. EINLEITUNG

Seit Januar 2017 wird in Deutschland durch eine freiwillige Vereinbarung (ZENTRALVERBAND DER DEUTSCHEN GEFLÜGELWIRTSCHAFT, 2015), darauf verzichtet routinemäßig Legehennen die Schnäbel zu kupieren. Das Kupieren der Schnäbel wurde bis zu diesem Zeitpunkt durchgeführt, um das Verletzungsrisiko, ausgelöst durch Federpicken und Kannibalismus, zu minimieren (NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ, 2011). Das Kürzen der Schnabelspitzen verstößt zwar gegen das Amputationsverbot in §6 TSchG (TIERSCHUTZGESETZ, 2006), darf aber bei „Legehennen bei unter zehn Tage alten Küken“ erlaubt werden. Im Sinne dieses Gesetzes und des immer stärkeren Bewusstseins des Verbrauchers für das Tierwohl wurde die genannte freiwillige Vereinbarung im Juli 2015 beschlossen. Die Hühnereiproduktion steht dadurch vor einer großen Herausforderung. Als Folge des schwerwiegenderen Verletzungsrisikos, durch unkupierte Schnäbel, kann die Mortalitätsrate der Tiere steigen (NIEBUHR et al., 2006; STADIG et al., 2015) mit folglich sinkender Eiproduktion (EL-LETHEY et al., 2000; NIEBUHR et al., 2006) und erhöhtem Futterverbrauch der schlechter befiederten Tiere (TAUSON und SVENSSON, 1980). Es erscheint notwendig, die Haltungsbedingungen für nicht-schnabelkupierte Legehennen zu verändern bzw. weiter zu verbessern. Das primäre Ziel dieser Studie war es daher mit Hilfe eines prognostischen Programms (prognostic tool), einfache Hilfestellungen für den Betriebsleiter zu erarbeiten, um die Verhaltensstörungen Federpicken und Kannibalismus frühzeitig erkennen und darauf reagieren zu können. Weiterhin sollten mögliche Risikofaktoren für diese Verhaltensstörungen ermittelt werden.

II. ERWEITERTE LITERATURÜBERSICHT

Die Literatur zum Thema Benchmarking und dem Prognostischen Programm (prognostic tool) sind unter dem Abschnitt publizierte Studienergebnisse IV zu finden. In dem Abschnitt der erweiterten Literaturübersicht werden allein die Fragestellungen beschrieben, die nicht in der Veröffentlichung (KAESBERG et al., 2017) behandelt, aber in dieser Studie untersucht wurden.

1. Definition und Einteilung von Federpicken und Kannibalismus

Federpicken und Kannibalismus gelten als eine Abweichung vom Normalverhalten von Legehennen, so dass man sie als Verhaltensstörungen bezeichnen kann (FÖLSCH und HOFFMANN, 1999).

Beim starken Federpicken wird auf Artgenossen gepickt und gleichzeitig werden Federn oder -teile mit ausgerissen. Durch dieses Ausreißen wird das Gefieder der Legehenne erheblich beschädigt (BESTMAN et al., 2011), was zu starken Schmerzen (GENTLE und HUNTER, 1991) mit Schmerzäußerung bei der gepickten Henne führt (BESTMAN et al., 2011). Jedoch hat das Bepicken der Artgenossen wohl keinen aggressiven Charakter (BESTMAN et al., 2011) sondern vermutlich eher etwas mit zwanghaftem Verhalten zu tun (VAN HIERDEN et al., 2004). Das gilt insbesondere dann, wenn sich die Hennen in menschlicher Obhut befinden (BESTMAN et al., 2011).

Der Verhaltensstörungen wurden in verschiedene Formen mit unterschiedlichem Ursprung eingeteilt. SAVORY (1995) unterschied fünf verschiedene Verhaltensformen:

1. Federpicken ohne Federverlust („feather pecking without removal“),
2. Federpicken mit Federverlust („feather pulling leading to feather loss“),
3. Bepicken von nacktem Hautgewebe („tissue pecking in denuded areas“),
4. Kloakenpicken („vent pecking“) und
5. das aggressive Picken („aggressive pecking“).

Hierbei sind 4. und 5. eher als isolierte Unterformen zu sehen, die für sich stehen und selten in die anderen Formen übergehen. So dient das aggressive Picken hauptsächlich der Rangordnung und ist meist gegen den Kopf gerichtet (BESTMAN et al., 2011); nur selten richtet es sich gegen den restlichen Körper (BILCIK und KEELING, 1999). Es ist daher dem Normalverhalten von Hühnervögeln zuzurechnen (BILCIK und KEELING, 1999).

Die ersten drei Formen hingegen sind nur schwer voneinander zu unterscheiden, können auf der vorherigen aufbauen und zeigen fließende Übergänge (SAVORY, 1995). Federpicken ohne Federentfernung, welches häufig durch kleine Einstreu- oder Futterpartikel, die sich auf dem Gefieder befinden, initiiert wird, kann mit dem von anderen Autoren beschriebenen „gentle feather pecking“ (GFP) verglichen werden (KJAER und VESTERGAARD, 1999; LAMBTON et al., 2010). Diese unterscheiden zwei Formen: GFP und „severe feather pecking“ (SFP). In Bezug auf GFP wird diskutiert, ob dies auch zu dem natürlichen Erkundungsverhalten von Hühnern zu zählen ist (HANSEN und BRAASTAD, 1994). SFP ist deutlich stärker ausgeprägt und wird in zwei Unterformen unterteilt: Federpicken mit gleichzeitigem Ziehen der Federn (MCADIE und KEELING, 2002), welches kräftigeres Picken bedeutet und zu Lautäußerung bei der bepickten Henne führen kann (BESTMAN et al., 2011), sowie Picken an kahlen Stellen direkt auf der Haut,

was zu Blutungen führt und somit das weitere Picken verstärken kann (WECHSLER et al., 1998; BILCIK und KEELING, 1999; KJAER und VESTERGAARD, 1999). Die entstandene Blutung verstärkt nicht nur das Picken, sondern führt durch Nachahmung zu einer schnellen Ausbreitung des Verhaltens innerhalb der Herde (HARTCHER et al., 2015).

Beim Kannibalismus betrifft das Bepicken das Gewebe anderer Hennen, lebend oder tot. Dies führt zu starken Verletzungen, wobei die Bauchorgane und die Haut rund um die Kloake zu den am häufigsten bepickten Bereichen zählen (BESTMAN et al., 2011).

Zwei Formen des Kannibalismus sollten unterschieden werden (ALLEN und PERRY, 1975): Zum einen ein auf den Körper gerichteter Kannibalismus und zum anderen Kloakenkannibalismus, der häufig bei der Eiablage beobachtet wird (SAVORY, 1995).

2. Zusammenhang zwischen Federpicken und Kannibalismus

Ob der Ausbruch von Kannibalismus im Zusammenhang mit dem Auftreten von starkem Federpicken steht und eine potentielle Folge dessen sein kann (BLOKHUIS und ARKES, 1984), oder ob es sich um einen eigenständigen Verhaltenskomplex handelt, ist noch nicht abschließend geklärt.

MCADIE und KEELING (2000) verglichen hierzu, ob Legehennen beim Picken eher intakte oder bereits beschädigte Federn bevorzugen. Sie fanden heraus, dass beschädigte Federn signifikant bevorzugt wurden, was für ein Ausbreiten des Pickverhaltens und gegen eine neu entstehende Verhaltensweise spricht. Zusätzlich

konnten sie feststellen, dass bei von Kannibalismus betroffenen Hennen fast ausschließlich Wunden in Körperregionen gefunden wurden, in denen auch beschädigte Federn zu finden waren. Auch diese Erkenntnis spricht für den fließenden Übergang zwischen Federpicken und Kannibalismus, den schon SAVORY (1995) beschrieb.

Unterscheiden sollte man jedoch die zwei Formen des Kannibalismus. Auf den Körper gerichteter Kannibalismus folgt häufig dem Federpicken, so dass hier ein Zusammenhang der beiden Verhaltensänderungen angenommen werden kann. Einige Autoren betrachten Kannibalismus als finale Phase des Federpickens (SCHAIBLE et al., 1947). Er tritt laut HUBER-EICHER und WECHSLER (1997) vor allem in der Zeit der Mauser auf, da zu dieser Zeit die Federn sehr weich sind und die Blutgefäße leichter beschädigt werden können. Eine Studie von KJAER und SØRENSEN (2002) zeigte ebenso den direkten Zusammenhang zwischen dem Gefiederzustand und dem Auftreten von Kannibalismus.

Davon zu unterscheiden ist der Kloakenkannibalismus, der unabhängig vom Gefiederzustand vorzukommen scheint und eher von anderen Faktoren abhängt. Er kann bei gut befiederten Legehennen vorkommen (ALLEN und PERRY, 1975) und wird häufig bei der Eiablage beobachtet (NEWBERRY, 2004), da hier die Kloake ausgestülpt wird und durch ihre feucht, rötlich glänzende Oberfläche sehr attraktiv für andere Legehennen zu sein scheint. Die gut durchblutete Mukosa fängt durch Picken schnell an zu bluten, was andere Hennen zur Nachahmung dieses Verhaltens animiert (NEWBERRY, 2004).

Jedoch konnten andere Autoren zwischen Federpicken und Kloakenkannibalismus einen Zusammenhang feststellen (HUGHES und DUNCAN, 1972); so trat diese Form des Kannibalismus im Durchschnitt 8,3 Wochen nach dem Federpicken in

Erscheinung und beide Verhaltensänderungen teilten dieselben drei Faktoren mit signifikantem Einfluss: gedimmtes Licht, um die Nutzung der Nester zu fördern, Futterwechsel während der Legeperiode von drei Mal oder häufiger und die Verwendung von Rundtränken (PÖTZSCH et al., 2001).

3. Ursachen für die Entstehung von Federpicken und Kannibalismus

Bei den Ursachen von Federpicken und Kannibalismus wird von einem multifaktoriellen Entstehungsprozess ausgegangen (HUGHES und DUNCAN, 1972; BLOKHUIS und ARKES, 1984; RODENBURG et al., 2013; SCHWARZER et al., 2015).

Zur besseren Übersicht werden die Ergebnisse aktueller Studien in Tabelle 1 visualisiert.

Gleichgültig wodurch Federpicken auftritt oder hervorgerufen wird, eine schnelle Ausbreitung dieser Verhaltensstörung ist wahrscheinlich, da Legehennen dazu neigen, das Verhalten ihrer Artgenossen nachzuahmen (NICOL, 1995), und Federpicken durch soziales Lernen verbreitet wird (ZELTNER et al., 2000; MCADIE und KEELING, 2002). CLOUTIER und NEWBERRY (2002) konnten diese Annahme auch für Kannibalismus bestätigen.

Tabelle 1: Mögliche Risikofaktoren für den Ausbruch von Federpicken (FP) und Kannibalismus (KA) mit zugehörigem Verhältnis zum Ausbruch von Federpicken/Kannibalismus der jeweiligen Autoren und Empfehlungen

↘ = negatives Verhältnis (je mehr von dem/ je höher der Risikofaktor, desto weniger Risiko für FP/KA oder je weniger von dem/niedriger der Risikofaktor, desto mehr Risiko für FP/KA); ↗ = positives Verhältnis (je mehr von dem/höher der Risikofaktor, desto mehr Risiko für FP/KA oder je weniger von dem/niedriger der Risikofaktor, desto weniger Risiko für FP/KA); - = jeweiliger Risikofaktor hat keinen Einfluss auf FP/KA; O ↘ = negatives Verhältnis bei bereits vorhandenem FP/KA; VB = Verhaltensbeobachtungen

untersuchter Risikofaktor	Autoren	Verhältnis	mögliche Ursachen / Auswirkungen	Empfehlung / Beispiele
Beschäftigungsmaterial	BLOKHUIS und VAN DER HAAR (1992); HUBER-EICHER und WECHSLER (1998); AERNI et al. (2000); MCADIE et al. (2005); STEENFELDT et al. (2007); DIXON et al. (2008); GILANI et al. (2013); PLATTNER (2015); LWK-NIEDERSACHSEN (2016)	↘	umgeleitetes Erkundungsverhalten, Frustration, dieselbe Motivation	Luzerneballen, Styroporblöcke, Silage, Getreide; ab 1. Lebenstag anbieten (Absprache mit dem Aufzüchter)
Bodenfedern	RAMADAN und VON BORELL (2008)	↗	erlerntes fressen der Bodenfedern in der Aufzucht, umgelenktes Futtersuchverhalten	regelmäßig einsammeln vor allem in Aufzucht

untersuchter Risikofaktor	Autoren	Verhältnis	mögliche Ursachen / Auswirkungen	Empfehlung / Beispiele
Stress	VESTERGAARD et al. (1997); EL-LETHEY et al. (2000); LUGMAIR et al. (2005); BESTMAN et al. (2011)	↗		
Staubbad	VESTERGAARD et al. (1993); VESTERGAARD und LISBORG (1993); SANOTRA et al. (1995); JOHNSEN und VESTERGAARD (1996); NØRGAARD-NIELSEN (1997); VESTERGAARD et al. (1997); JOHNSEN et al. (1998); RODENBURG et al. (2004); NEWBERRY et al. (2007)	↘	erhöhter Stress ohne Staubbad, Federn stellen Ersatz des Staubbadesubstrates dar	Sand schon in Aufzucht anbieten
	HUBER-EICHER und WECHSLER (1997)	-		
Besatzdichte	HANSEN und BRAASTAD (1994); KEELING (1994); HUBER-EICHER und AUDIGÉ (1999); NICOL et al. (1999); KEPPLER (2003); KJAER (2004); ZIMMERMAN et al. (2006); STAACK et al. (2007); KANG et al. (2016)	↗	Indirekt durch Stress, Stallklimaveränderungen, benötigen zum Bodenpicken genügend Abstand	auch Aufzucht hat hier Einfluss
Herdengröße	BILCIK und KEELING (1999); NICOL et al. (1999); BESTMAN und WAGENAAR (2003); KJAER (2004); GRUBER et al. (2006)	↗		

untersuchter Risikofaktor	Autoren	Verhältnis	mögliche Ursachen / Auswirkungen	Empfehlung / Beispiele
Umstallung	CLOUTIER und NEWBERRY (2002); LAMBTON et al. (2010); MATUR et al. (2016); SPINDLER et al. (2016)	↗	Indirekt durch Stress	
Einstreu	GUNNARSSON (1999)	-		
	BLOKHUIS und ARKES (1984); BLOKHUIS (1986); BLOKHUIS und VAN DER HAAR (1992); SAVORY (1995); JOHNSEN und VESTERGAARD (1996); HUBER-EICHER und WECHSLER (1997); JOHNSEN et al. (1998); AERNI et al. (2000); EL-LETHEY et al. (2000); GREEN et al. (2000); HUBER-EICHER und SEBÖ (2001); NICOL et al. (2003); RODENBURG et al. (2004); STAACK et al. (2007); RAMADAN und VON BORELL (2008); LUGMAIR (2009); DIXON und DUNCAN (2010); LAMBTON et al. (2010); DE HAAS et al. (2014); SZCZEPANEK (2016); LOUTON et al. (2017); NMELV (2017)	↘	umgeleitetes Boden-/Futterpicken, gesteigerte Ängstlichkeit durch fehlende Einstreu	gleichmäßig, trocken, 2cm, Stroh und Sand, sollte in Aufzucht schon angeboten werden, Stroh kann bei bereits vorhandenem Federpicken Probleme reduzieren
	HUBER-EICHER und WECHSLER (1997)	○ ↘		durch Stroh
	SANOTRA et al. (1995)	↗		Stroh in Aufzucht

untersuchter Risikofaktor	Autoren	Verhältnis	mögliche Ursachen / Auswirkungen	Empfehlung / Beispiele
Platzangebot auf der Sitzstange	WECHSLER und HUBER-EICHER (1998)	↘	mehr Ausweichmöglichkeiten	
	KEPPLER et al. (2010); SZCZEPANEK (2016)	-		
Freiland/ Wintergarten	GREEN et al. (2000); KJAER und SØRENSEN (2002); BESTMAN und WAGENAAR (2003); NICOL et al. (2003); LUGMAIR (2009); NAGLE und GLATZ (2012); BESTMAN und WAGENAAR (2014)	↘	mehr Ausweichmöglichkeiten	muss auch genutzt werden können (Unterschlupfmöglichkeiten, Schatten, Wetterbedingungen, Hähne); so früh wie möglich (am Tag und im Leben der Hühner)
Abstimmung mit Aufzucht	STAACK et al. (2007); BESTMAN et al. (2011); GILANI et al. (2013); SCHWARZER et al. (2015)	↘		gleiches Haltungssystem verwenden
Management (Herdenkontrolle, Dokumentation)	GREEN et al. (2000); LUGMAIR (2009); LAY et al. (2011); GILANI et al. (2013); LAMBERTON et al. (2013); SCHWARZER et al. (2015); NMELV (2017)	↘	Veränderungen im Stall werden schneller bemerkt	2 Rundgänge pro Tag, mindestens durch zwei Personen, gute Sachkunde
gemischte Legelinienhaltung	LENZ (2015); PLATTNER (2015)	↗		

untersuchter Risikofaktor	Autoren	Verhältnis	mögliche Ursachen / Auswirkungen	Empfehlung / Beispiele
Fütterungsmanagement	LUGMAIR (2009); LWK-NIEDERSACHSEN (2016)	↘	optimale Versorgung von rangniederen Tieren	mehrmals täglich, leerfressen lassen, Dokumentation, Blockfütterung
Lufttemperatur	ACHILLES (2002); LFL (2004); MASHALY et al. (2004); LAMBTON et al. (2010); LWK-NIEDERSACHSEN (2016)	↗	Hitzestress; Eiproduktion/-qualität sinkt; schlechte Befiederung	16 - 24 °C
	GREEN et al. (2000)	↘	senkt Federpicken und den Futterbedarf	erhöhte Gefahr für Federpicken bei einer Temperatur im Stall <20°C
Luftfeuchtigkeit und – geschwindigkeit	ACHILLES (2002); DAMME und HILDEBRAND (2002); LWK-NIEDERSACHSEN (2016)	↘/↗	feuchte Einstreu oder steigende Staubbelastung, Hitzestress	Luftfeuchtigkeit 60-70 %; Luftgeschwindigkeit <2m/s

untersuchter Risikofaktor	Autoren	Verhältnis	mögliche Ursachen / Auswirkungen	Empfehlung / Beispiele
Ammoniak	DEATON et al. (1982); AL-MASHHADANI und BECK (1985); XIN et al. (1987); KRISTENSEN et al. (2000); ACHILLES (2002); JONES et al. (2005); NIMMERMARK und GUSTAFSSON (2005); LUGMAIR (2009); NIMMERMARK et al. (2009); DRAKE et al. (2010); HINZ et al. (2010); LWK-NIEDERSACHSEN (2016)	↗	erhöhter Stress, sinkende Legeleistung, weniger Ruheverhalten, sinkendes Durchschnittsgewicht, mehr Krankheiten	<10 ppm, wichtig ist gutes Zusammenspiel mit anderem Stallklima
Staubgehalt	MADELIN und WATHES (1989); ACHILLES (2002); LFL (2004); LUGMAIR (2009); NIMMERMARK et al. (2009); BESTMAN et al. (2011)	↗	Stress durch Erkrankung	<5 µm Abscheidewahrscheinlichkeit von 50% in den Alveolen
Lichtverhältnisse	HUGHES und DUNCAN (1972); EUROPARATSEMPFEHLUNGEN (1995); SAVORY (1995); KJAER und VESTERGAARD (1999); GREEN et al. (2000); PÖTZSCH et al. (2001); ACHILLES (2002); STEIGERWALD (2007); DRAKE et al. (2010); BESTMAN et al. (2011); O'CONNOR et al. (2011); LWK-NIEDERSACHSEN (2016); NMELV (2017)	↘	dunkles Licht senkt die Aktivität	flackerfrei; gedimmtes + rotes Licht reduziert Federpicken, keine Sonnenflecken, im Nest dunkel (0,5 - 1 Lux)
	HUBER-EICHER und AUDIGÉ (1999); HARTINI et al. (2002); KJAER und SØRENSEN (2002)	-		

3.1. Risikofaktor: Herdengröße

Die Tiere in einer Herde behaupten sich untereinander durch zwei verschiedene Verhaltensweisen, zum einen durch Dominanzverhalten gegenüber anderen Hennen, wahrscheinlich aufgrund von Ressourcenmangel, (PAGEL und DAWKINS, 1997) und zum anderen durch Rankämpfe untereinander, die sich durch aggressives Picken und Drohverhalten äußern (LINDBERG und NICOL, 1996).

Ein direkter Zusammenhang zwischen einer größeren Herde und dem Auftreten von Federpicken konnten schon BILČÍK und KEELING (2000) feststellen. Sie untersuchten vier verschiedene Herdengrößen und konnten mit steigender Herdengröße einen Anstieg von aggressivem Picken feststellen, außerdem hatten die Tiere in der größten Herde den schlechtesten Gefiederzustand. Auch NICOL et al. (1999) konnte diese Erkenntnis bestätigen. Mehr Tiere pro Herde steigert zusätzlich auch das Angstlevel der Hennen (BILČÍK et al., 1998), was eine Gewichtsreduktion (KEELING et al., 2003) und vermehrten Stress bedeutet und so indirekt Verhaltensstörungen hervorrufen kann (EL-LETHEY et al., 2000; NIEBUHR et al., 2006).

NIEBUHR et al. (2006) konnten hingegen keinen Zusammenhang zwischen der Herdengröße und Federpicken feststellen. Eine Herde von mehr als 3000 Tieren, steigerte jedoch das Auftreten von Kannibalismus signifikant.

Das Management ist in kleineren Herden wesentlich einfacher durchzuführen, da hier besser Einzeltierbeobachtungen durchgeführt werden können und mögliche Probleme schneller auffallen (NIEBUHR et al., 2006).

3.2. Risikofaktor: Platzangebot auf der Sitzstange

Das Ruhe- und Schlafverhalten einer Legehenne wird bevorzugt erhöht, und somit in industrieller Haltung auf der Sitzstange ausgeübt (APPLEBY et al., 1993; OLSSON und KEELING, 2002).

In der Studie von APPLEBY (1995) wurden in je sechs Gruppen vier unterschiedliche Sitzstangenlängen miteinander verglichen: 12 cm/Tier, 13 cm/Tier, 14 cm/Tier und 15 cm/Tier. Tagsüber konnte kein signifikanter Unterschied zwischen dem Aufenthalt auf der Sitzstange festgestellt werden, jedoch verbrachten signifikant mehr Hühner die Nacht auf den Sitzstangen mit 14 cm/Tier und 15 cm/Tier gegenüber den Hühnern mit nur 12 cm/Tier. Ebenso waren die Tiere mit mehr Platz auf den Sitzstangen ruhiger. APPLEBY (2004) stellte klar fest, dass ein Platzangebot pro Henne von 14 cm ein Minimum ist, auf der Sitzstange sowie auch an der Futterkette. Diese Breite bietet der Henne aber nur eine Möglichkeit zum Aufsteigen, nicht zum Anfliegen oder Aufspringen (APPLEBY et al., 1993). Eine Sitzstange mit 15 cm je Tier wurde häufiger genutzt als eine mit 11,3 cm (APPLEBY et al., 1992) und je mehr Platz den Tieren auf der Sitzstange geboten wurde, desto weniger Gefiederschäden wiesen die Tiere auf (DUNCAN et al., 1992).

In der Studie von PLATTNER (2015) konnte ein signifikanter Unterschied in der Pickhäufigkeit zwischen verschiedenen Funktionsbereichen festgestellt werden. Auf den Sitzstangen wurden Artgenossen signifikant seltener bepickt als im Nest und im Einstreubereich.

Wenn die Hennen jedoch, aufgrund von zu wenig Platz auf den Sitzstangen, gezwungen sind auf dem Boden zu schlafen, so ist die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Federpicken erhöht (WECHSLER und HUBER-EICHER, 1998). Es

konnte weiterhin festgestellt werden, dass bei niedrigeren Sitzstangen (45 cm) im Vergleich zu höheren (70 cm) Federpicken signifikant häufiger an der Kloake auftritt.

KEPPLER et al. (2010) und SZCZEPANEK (2016) konnten hingegen keinen signifikanten Zusammenhang zwischen einem schlechteren Gefiederzustand und dem Platzangebot auf den Sitzstangen feststellen. Auch in Bezug auf das Auftreten von Kannibalismus, wurde von diesen Autoren kein Zusammenhang vorgefunden.

3.3. Risikofaktor: Fütterungsmanagement

Für eine ausgewogene Ernährung in der Legehennenhaltung sollten täglich mehrere Rundläufe der Futterkette angeboten werden. Hiermit wird verhindert, dass rangniedere und ranghöhere Tiere unterschiedliche Futtermittelbestandteile zu sich nehmen, was zu einem gewichtsbezogenen Auseinanderwachsen der Herde führen kann (LWK-NIEDERSACHSEN, 2016). Dies kann auch mit Hilfe von Leerfressen des Futtertroges einmal täglich oder einer Blockfütterung (erneutes Umlaufen der Futterkette nach direkt vorhergehendem Umlauf) erreicht werden (LWK-NIEDERSACHSEN, 2016). Dadurch können zwar die schmackhafteren Bestandteile von den ranghöheren Tieren immer noch zuerst zu sich genommen werden, jedoch ist im zweiten Umlauf oder bei häufigerem Umlauf der Futterkette noch genug von allen Futterbestandteilen für die rangniederen Tiere vorhanden (LWK-NIEDERSACHSEN, 2016). Ebenso wird durch die Leerfressphase erreicht, dass von allen Tieren auch die weniger schmackhaften Bestandteile aufgenommen werden (LWK-NIEDERSACHSEN, 2016). Um der natürlichen Futterselektion der Henne entgegenzuwirken, sollte zusätzlich versucht werden ein möglichst homogenes Futter mit ähnlich großen Bestandteilen, möglichst 1 – 1,5 mm, anzubieten (NIEBUHR et al., 2006). So kann auch einer Entmischung des Futters

entgegengewirkt werden (NIEBUHR et al., 2006). Von pelletiertem Futter ist trotz seiner homogenen Inhaltsstoffe abzuraten, da die Hennen durch die erhöhte Energiedichte in pelletiertem Futter schneller satt sind, was folglich zu weniger Beschäftigung und mehr Langeweile der Hennen und daraufhin zur Entwicklung von Verhaltensstörungen führen kann (LWK-NIEDERSACHSEN, 2016).

Geraten die Hennen durch eventuell zu wenige Umläufe der Futterkette in Unterernährung, konnte eine sofortige Steigerung der Frustration (DUNCAN und WOOD-GUSH, 1971) mit darauffolgender gesteigerter Aggression und vermehrtem Federpicken festgestellt werden (WEBSTER, 2000).

4. Boniturschemata in der Legehennenhaltung

Um das Wohlergehen einer Legehenne zu überprüfen, kann man einerseits ressourcen- oder managementbezogene Indikatoren oder tierbezogene Indikatoren überprüfen (KNIERIM et al., 2016). Eine gute Hilfestellung bietet hierbei das WELFARE QUALITY ASSESSMENT PROTOCOL FOR POULTRY (2009). Es stellt alle wichtigen Faktoren in den Vordergrund, die in dem Leben einer Legehenne eine Rolle spielen könnten und bietet Vorschläge diese einheitlich in einem Score-System beurteilen zu können. Dabei ist für die Beurteilung hinsichtlich vorherrschender Probleme mit Federpicken und Kannibalismus mittels einer Einzeltierbeobachtung ein direkter Kontakt mit den Hennen notwendig. Hierbei wird der Zustand des Gefieders beurteilt und die Haut der Hennen auf Verletzungen überprüft. Diese Beurteilung nimmt sehr viel Zeit in Anspruch und kann mehr Stress für die Tiere bedeuten (INGRAM und MATTHEWS, 2000). Jedoch stellt diese Beurteilung ein sehr genaues und detailliertes Kontrollsystem in der Legehennenhaltung dar. Eine rein visuelle Bonitur des Gefieders aus der Ferne

könnte wesentlich weniger Stress für die Hennen bedeuten, es ist schneller und ein direkter Kontakt mit der Henne ist nicht notwendig, und somit auch das Risiko für den Ausbruch von Federpicken minimiert (EL-LETHEY et al., 2000). Auf der anderen Seite stellt diese Art der Beurteilung ein ungenaueres System dar.

5. Betriebsbezogene Empfehlungen in der Legehennenhaltung

Haltungsempfehlungen für die Legehennenhaltung bietet z.B. der Managementleitfaden „Haltung von Legehennen mit intaktem Schnabel“ der Landwirtschaftskammer Niedersachsen (LWK-NIEDERSACHSEN, 2016). Dieser Leitfaden entstand aus einem Modell- und Demonstrationsvorhaben „MuD-Tierschutz“, bei dem deutschlandweit zehn Demonstrationsbetriebe teilnahmen. Auch BESTMAN et al. (2011) und das Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz in Hannover (NMELV, 2017) hat Empfehlungen für die Haltung von Legehennen zusammen gestellt.

Ob diese Empfehlungen in der Praxis wirklich Veränderungen bewirken, hängt allein von der Bereitschaft und Initiative der Legehennenhalter ab (SPINDLER et al., 2013). Die Erfahrungen dieser Studie machten zusätzlich deutlich, dass eine Art Frühwarnsystem ein großer Fortschritt in der zukünftigen Haltung nicht schnabelgekürzter Legehennen wäre (SPINDLER et al., 2013).

Die Erfahrungen aus Österreich, die 2002 ein fünfjähriges Konzept zum Ausstieg aus dem Schnabelkupieren entwickelten (WINDHORST, 2013), zeigten, dass die Auseinandersetzung mit den Ursachen von Federpicken und Kannibalismus und deren Bekämpfung dazu geführt haben, dass die Herden in Österreich mit Kannibalismusproblemen durchschnittlich von 9,1 % im Jahre 2000 auf 7,0 % im

Jahr 2005 gesunken sind (NIEBUHR et al., 2006). Gleichzeitig sank in diesen fünf Jahren in Österreich der Anteil an prophylaktisch schnabelkupierter Herden von 43,5 % auf 4,3 % (NIEBUHR et al., 2006).

6. Rechtliche Grundlagen

Laut Tierschutzgesetz §6 fällt das Kupieren von Schnäbeln unter den Begriff der Amputation, „das vollständige oder teilweise Amputieren von Körperteilen oder das vollständige Entnehmen oder Zerstören von Organen und Geweben eines Wirbeltieres“ (TIERSCHUTZGESETZ, 2006), und ist somit verboten. Es kann jedoch durch die zuständige Behörde für das Kürzen von Schnäbeln bei unter 10 Tage alten Küken eine zeitlich begrenzte Ausnahmegenehmigung ausgesprochen werden, wenn z.B. dargestellt werden kann, dass anderenfalls größerer Schaden droht.

Anforderungen an das Halten von Legehennen sind in der TIERSCHUTZ-NUTZTIERHALTUNGSVERORDNUNG (2006) konkretisiert. Es werden Anforderungen an die Haltungseinrichtungen von Legehennen und deren Überwachung, Fütterung und Pflege beschrieben. Sie regelt zum Beispiel die Besatzdichte mit einer Anzahl von maximal 9 Hennen/m² nutzbarer Fläche oder 18 Hennen/m² Stallgrundfläche in § 13a (TIERSCHUTZ-NUTZTIERHALTUNGSVERORDNUNG, 2006), eine maximalen Gruppengröße von 6000 Tieren ohne räumliche Trennung und eine Sitzstangenlänge von mindestens 15 cm pro Tier, während die Länge der Futtertrogseite pro Tier 10 cm beträgt § 13a (TIERSCHUTZ-NUTZTIERHALTUNGSVERORDNUNG, 2006). Die Hennen müssen mit Hilfe von geeignetem Einstreumaterial ihre „artgemäßen Bedürfnisse, insbesondere Picken, Scharren und Staubbaden“ befriedigen können

§ 13 TIERSCHUTZ-NUTZTIERHALTUNGSVERORDNUNG (2006). Ebenso soll "der Ammoniakgehalt der Luft im Aufenthaltsbereich der Tiere zehn Kubikzentimeter je Kubikmeter Luft nicht überschreiten“ und darf “20 Kubikzentimeter je Kubikmeter Luft dauerhaft nicht überschreiten" § 13 TIERSCHUTZ-NUTZTIERHALTUNGSVERORDNUNG (2006).

Eine tägliche Überprüfung des Befindens der Tiere laut § 4 TIERSCHUTZ-NUTZTIERHALTUNGSVERORDNUNG (2006) „durch direkte Inaugenscheinnahme von einer für die Fütterung und Pflege verantwortlichen Person“ ist zusätzlich auch im TIERSCHUTZGESETZ (2006) § 11 geregelt, „wer Nutztiere zu Erwerbszwecken hält, hat durch betriebliche Eigenkontrollen sicherzustellen, dass (...) geeignete tierbezogene Merkmale (Tierschutzindikatoren)“ erhoben und bewertet werden.

III. MATERIAL UND METHODEN

Das Projekt „Wissenschaftliche Beratung und Begleitung bayerischer Legehennenbetriebe bei der Haltung nicht schnabelkupierter Legehennen im Hinblick auf Prävention von und frühzeitiger Reaktion auf das Auftreten von Federpicken und Kannibalismus“ wurde vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV) über das Bayerische Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) (Az. StMUV: 47d-G7131-2011/28-30, LGL-Projektnummer: 15-14) gefördert. Ziel des Projektes war es, die bisherigen Erfahrungen im Management und Umgang mit nicht-schnabelkupierten Legehennen zu verbessern und zu erweitern. SCHWARZER et al. (2015) konnten in der Praxisstudie „Maßnahmen zur Verbesserung des Tierschutzes bei Legehennen in Praxisbetrieben“ erste Kenntnisse hierzu gewinnen. In dem hier vorgestellten Folgeprojekt lag das Hauptaugenmerk auf der wissenschaftlichen Beratung der Betriebe bei der Haltung von nicht-schnabelkupierten Legehennen anhand eines prognostischen Programms (prognostic tool, siehe publizierte Studienergebnisse in Kapitel IV) sowie einer weiterführenden Risikofaktorenanalyse.

Im Folgenden werden allein die Fragestellungen behandelt, die nicht in der Veröffentlichung KAESBERG et al. (2017) (siehe Kapitel IV) dargestellt sind. Dabei handelt es sich um zwei verschiedene Varianten der Bonitur im Vergleich, die Risikofaktorenanalyse und den Einfluss betriebsspezifischer Empfehlungen auf das Auftreten von Federpicken und Kannibalismus bei Legehennen. Die Durchführung des Benchmarkings und des Prognostischen Programms (prognostic

tool) sind unter dem Abschnitt “Publizierte Studienergebnisse“ (Kapitel IV) zu finden.

1. Projektdurchführung

Im Rahmen dieses Projektes wurden im Zeitraum Juli 2015 bis Mai 2017 43 Herden aus 41 Betrieben mit nicht-schnabelkupierte Legehennen zweimal untersucht: Der 1. Betriebsbesuch fand sieben bis zehn Tage nach Einstellung (ca. 19. - 20. Lebenswoche), der 2. Besuch kurz vor der Schlachtung bzw. Mauser (ca. 67. Lebenswoche) statt. Der Zeitpunkt des zweiten Besuchs variierte stark (57. bis 83. Lebenswoche; MW 67. Lebenswoche [SD 3,72]), da durch den Ausbruch der Aviären Influenza während der Untersuchungsphase im November 2016 und der damit verbundenen Aufstallungspflicht der geplante Untersuchungszeitrahmen nicht eingehalten werden konnte. Im Zuge dessen reduzierte sich die ursprüngliche, bei der Einstellungsuntersuchung untersuchte, Herdenanzahl von 49 auf 45 Betriebe auf die bereits erwähnten 43 Herden von 41 teilnehmenden Betriebe bei der Abschlussuntersuchung. Bei 43 Herden konnten dementsprechend vollständige Daten erhoben werden. Die ursprünglichen 49 Herden wurden allein in einer Analyse mit einbezogen, zur Untersuchung der visuellen Bonitur im Vergleich zur ausführlichen Bonitur zum Zeitpunkt der Einstellungsuntersuchung.

Alle Betriebe nahmen freiwillig teil, Voraussetzungen waren lediglich eine gewerbsmäßige (auf Gewinnerzielung ausgerichtete) Legehennenhaltung und die Einstellung nicht-schnabelkupierter Legehennen in einer alternativen Haltungsform (Boden-, Freiland-, oder ökologische Haltung).

Die Landwirte konnten sich jederzeit mit Fragen an Mitarbeiter der Ludwig-Maximilians-Universität München und die bayrische Geflügelfachberatung, des bayrischen Staatsministeriums aus dem Amt für Ernährung, Landwirtschaft und

Forsten Pfaffenhofen an der Ilm und dem Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Kitzingen, wenden. Bereits vor Einstellung wurden den teilnehmenden Landwirten Empfehlungen für die Haltung von nicht-schnabel-kupierten Legehennen zugeschickt (NMELV, 2017).

Alle untersuchten Betriebe befanden sich in Bayern, davon zwölf in Oberbayern, neun in Niederbayern, drei in der Oberpfalz, einer in Oberfranken, zwei in Unterfranken, acht in Mittelfranken und sechs in Schwaben (Abbildung 1).



Abbildung 1: Verteilung der 41 teilnehmenden Betriebe in Bayern.

2. Gefieder- und Verletzungsbeurteilung (Bonitur)

2.1. Ausführliche Bonitur

Um den Zustand der Tiere zu evaluieren, wurden die Legehennen zu beiden Besuchen anhand eines modifizierten „Henscore“ nach GUNNARSSON (2000) und BLOKHUIS et al. (2007) auf Gefiederschäden und Verletzungen untersucht, es wurde also eine Bonitur durchgeführt. Hierfür wurde von denselben drei Untersuchenden der in Tabelle 11 im Anhang (Kapitel XIII) dargestellte Boniturbogen verwendet. Pro Betrieb wurden, je nach Herdengröße, 20 Legehennen (Herde ≤ 500 Tiere) oder 50 Legehennen (Herde > 500 Tiere) bonitiert. In gemischten Herden wurden die Legelinien entsprechend ihrem Verhältnis in der Herde untersucht. Aus den hieraus gewonnenen Daten wurden jeweils ein Gefiederscore und ein Verletzungsscore ermittelt. Das Gefieder wurde mit einem 5-Stufen-System bewertet (Tabelle 2), die Note 5 repräsentiert hier die Bestnote für Körperregionen mit nur minimalen Gefiederschäden, wohingegen die Note 1 Körperregionen, die fast komplett kahl sind, beschreibt und somit die schlechteste Note darstellt. Beispiele hierfür sind als Bilder in Abbildung 2 dargestellt. Für den Gefiederscore wurden drei relevante Körperregionen untersucht: die dorsale Halsseite, der Rücken und die Flügeldecke. Laut RAMADAN und VON BORELL (2008) sind diese Körperregionen am häufigsten durch Federpicken beschädigt. Die Summe der Noten dieser drei Körperregionen bildet den Gefiederscore, dessen Bestnote 15 und die schlechteste Note 3 ist. Für die bonitierten Tiere einer Herde

wurde dann der Durchschnitt der Noten ermittelt, welcher der Gefiederscore für die jeweilige Herde ergibt. Ein Wert ≤ 10 wurde festgelegt als Grenze für die Definition von Auftreten von starkem Federpicken in der untersuchten Herde.

Tabelle 2: Einteilung der Gefieder- und Verletzungsbeurteilung

Gefiederbeurteilung		
Beurteilte Regionen	Score	Einteilung
Hals dorsal Rücken Flügeldecke	5	bis zu 4 beschädigte Federn
	4	> 5 beschädigte Federn oder federlose Stelle $\varnothing \leq 1$ cm
	3	federlose Stelle $\varnothing > 1 - \leq 5$ cm
	2	federlose Stelle $\varnothing > 5$ cm und bis 75 % federlos
	1	federlose Stelle $\varnothing > 5$ cm und >75 % federlos
Verletzungsbeurteilung		
Beurteilte Regionen	Score	Einteilung
Hals dorsal Rücken Flügeldecke Stoß	1	Verletzung $\varnothing \leq 0,5$ cm
Hals ventral Brust Bauch Schenkel Kloake	2	Verletzung $\varnothing > 0,5$ cm

Für den Verletzungsscore wurden alle Körperregionen außer Kopf und Ständer einbezogen und es wurde nach Verletzungen gesucht, die einen Durchmesser von $> 0,5$ cm hatten (Tabelle 2). Als Verletzung wurde dabei eine Zusammenhangstrennung der Haut angesehen, Rötungen oder ähnliches wurden nicht als Verletzung gezählt. Ein Beispiel hierfür ist in Abbildung 3 dargestellt. Hierbei galt das Vorkommen von Kannibalismus in einer Herde als belegt, wenn

$\geq 10\%$ der untersuchten Tiere ein oder mehrere Verletzungen mit einem Durchmesser von $> 0,5$ cm aufwiesen.



Abbildung 2: Erhebung des Gefiederscores, links einwandfreies Gefieder (Note 5), rechts fast komplett kahle Legehenne (Note 1)



Abbildung 3: Erhebung des Verletzungsscores, eine Verletzung von $> 0,5$ cm Durchmesser

2.2. Visuelle Bonitur

Zusätzlich zu der ausführlichen Bonitur der Legehennen wurde in jedem Betrieb eine visuelle Bonitur durchgeführt. Hierbei wurden an drei Punkten des Stalles (vorne, in der Mitte und hinten) an 10 zufällig ausgesuchten Legehennen die sichtbaren Körperregionen, Hals dorsal, Flügeldecke und Rücken zusammen beurteilt, ohne die Tiere in die Hand zu nehmen. Dabei gab es drei Einstufungen: 1 = sichtbare Kahlstellen; 2 = keine sichtbaren Kahlstellen aber Gefiederschäden und

3 = intaktes Gefieder. Beispiele hierfür sind in Abbildung 4 dargestellt. Hierfür wurde dann pro Messpunkt im Stall ein prozentuales Verhältnis der beurteilten Hennen erstellt (z.B. 10 % mit Kahlstellen, 40 % mit Gefiederschäden und 50 % mit intaktem Gefieder). Aus den Ergebnissen der drei Messpunkte wurde dann ein Durchschnittswert der drei Kategorien für jede Herde berechnet.



Abbildung 4: Beurteilung des Gefieders im Rahmen der visuellen Bonitur, Kahlstelle (oben links), Gefiederschäden (oben rechts) und intaktes Gefieder (unten)

Die visuelle Bonitur dient als Vereinfachung der ausführlichen Bonitur, die Tiere müssen nicht mehr in die Hand genommen werden und der Stichprobenumfang, zehn Hennen an drei Messpunkten, verringert sich. Die Ergebnisse der visuellen Bonitur wurden mit den Ergebnissen der ausführlichen Bonitur pro Herde zum Zeitpunkt der Einstellungsuntersuchung und der Ausstellungsuntersuchung verglichen, um herauszufinden, ob mit Hilfe dieser vereinfachten visuellen Bonitur vergleichbare Ergebnisse erzielt werden können und somit eventuell die

ausführliche Bonitur ersetzt werden kann.

3. Risikofaktorenanalyse

3.1. Erhebung von Management- und Stallklimadaten

Für die einheitliche Bewertung aller Betriebe wurden diese mittels eines Fragebogens, welcher in Zusammenarbeit mit dem Betriebsleiter ausgefüllt wurde, und eines Erhebungsbogens über die momentane Herde, beurteilt. Der Erhebungsbogen wurde von den Projektdurchführenden ausgefüllt (siehe Tabelle 12 und Tabelle 13). Der Fragebogen beinhaltete Fragen zu den Bereichen Fütterung, Licht-, Einstreu- und Beschäftigungsmanagement. Der Erhebungsbogen bezog sich auf das Verhalten der Herde, die Klimaverhältnisse im Stall und die Stallsysteme. Der vollständige Frage- und Erhebungsbogen ist dem Anhang zu entnehmen (siehe Tabelle 12 und Tabelle 13).

Bei jedem Besuch wurden an drei Punkten im Stall (vorne, in der Mitte und hinten) jeweils im Einstreubereich, in der Ebene und im Nest in Kopfhöhe der Hennen stallklimatische Messungen durchgeführt (Tabelle 3).

Tabelle 3: Bei der Stallklimauntersuchung gemessene Parameter mit zugehöriger Einheit, dem in dieser Studie verwendeten Gerät, die Einteilung und dem literarischen Hintergrund

Parameter	Einheit	Gerät	Einteilung		Hintergrund
Beleuchtungsstärke	Lux	Pocket Lux 2, Fa. LMT, Berlin	Ebene / Einstreu	<ul style="list-style-type: none"> • < 10 Lux • 10 – 20 Lux • > 20 Lux 	(LWK-NIEDERSAC HSEN, 2016; NMELV, 2017)
			Nest	<ul style="list-style-type: none"> • 0 – 1 Lux • > 1 Lux 	(BESTMAN et al., 2011)
Ammoniak	ppm	MS Altair NH3, Fa. MSA Auer, Berlin	<ul style="list-style-type: none"> • < 10 ppm • 10 – 20 ppm • > 20 ppm 		(LFL, 2004; LWK-NIEDERSAC HSEN, 2016; NMELV, 2017)
Temperatur	°C	Testo 925 mit Luftfühler TE Typ K, Fa. Testo AG, Lenzkirch	<ul style="list-style-type: none"> • 16-24 °C • +/- 6 °C (≥ 10-<16 und >24 -≤ 30) • < 10 °C und > 30 °C 		(LFL, 2004; NMELV, 2017)
Luftfeuchte	%	Flügelrad-Anemometer, Fa. Testo AG, Lenzkirch	<ul style="list-style-type: none"> • 60-70 % • +/- 5 % (≥ 55-<60 und >70 -≤ 75) • > +/- 5 % (< 55 und > 75) 		(LWK-NIEDERSAC HSEN, 2016; NMELV, 2017)

Zusätzlich wurde die Einstreu auf zwei Parameter untersucht: das Vorhandensein von Einstreu (vollständig vorhanden / teilweise vorhanden / nicht vorhanden), und die Einstreufeuchte in 5 verschiedenen Einstufungen (0 = Completely dry and flaky, i.e. moves easily with the foot / 1 = Dry but not easy to move with foot / 2 = Leaves imprint of foot and will form a ball if compacted, but ball does not stay / 3 = Sticks to boots and sticks readily in a ball if compacted / 4 = Sticks to boots once the cap or compacted crust is broken). Die genannten Einstreuparameter wurden nach dem WELFARE QUALITY ASSESSMENT PROTOCOL FOR POULTRY (2009) beurteilt.

3.2. Multivariate Risikofaktorenanalyse

Aus den anhand der Frage- und Erhebungsbogen und den stallklimatischen Messungen gewonnenen Daten wurden bestimmte Faktoren (Tabelle 7 und Tabelle 8) untersucht, um diese in einer multivariaten Risikofaktorenanalyse im Zusammenhang mit dem am Zweitbesuch beobachteten Auftreten bzw. Nicht-Auftreten von Federpicken und Kannibalismus (siehe ausführliche Bonitur Kapitel III.2.1) in der jeweiligen Herde zu vergleichen, sowie Faktoren mit (stärkerem) Einfluss auf die Häufigkeit der beiden Verhaltensstörungen ausfindig zu machen.

Die in dieser Studie untersuchten 34 Risikofaktoren für das Auftreten von Federpicken bzw. 35 Risikofaktoren für das Auftreten von Kannibalismus (hinzugekommen: Beleuchtungsstärke im Nest) wurden mithilfe der Erkenntnisse bisheriger Studien und Empfehlungen (siehe Tabelle 1 in Kapitel II.3) über das Auftreten von Federpicken und Kannibalismus ausgewählt.

4. Verbesserungsempfehlungen anhand der Betriebsbeurteilung

Nach Abschluss der Einstellungsuntersuchung wurden aufgrund der erhobenen Daten pro Betrieb verbesserungswürdige Bereiche zusammengefasst und dem jeweiligen Landwirt zusammen mit individuellen Empfehlungen für seinen Betrieb zugestellt. Hierbei wurden Empfehlungen in zehn verschiedenen Bereichen/Übergruppen ausgesprochen, dazu gehörten Stallklimamanagement, Beschäftigungsmanagement, Einstreumanagement, Lichtmanagement, Besatzdichte verringern, Gestaltung des Freilandes, bauliche Maßnahmen, Tier-/Stallkontrolle, Fütterungsmanagement und Herdenmanagement (Tabelle 9). Bei der Abschlussuntersuchung wurden die Einschätzung und Durchführung dieser Empfehlung durch die Landwirte abgefragt und überprüft, um feststellen zu können, ob durch die Beratung des Betriebes das Risiko für das Ausbrechen von Federpicken und Kannibalismus minimiert werden kann.

5. Statistische Auswertung

Sämtliche Daten wurden mit Hilfe von Microsoft Excel 2010 (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA) aufbereitet. Die weitere Statistik wurde von Herrn Dr. Paul Schmidt, freiberuflicher Statistiker, Pfinztal, Deutschland, durchgeführt. Alle statistischen Analysen erfolgten mittels R Version 3.4.0 (R CORE TEAM, 2017).

Die statistischen Methoden des prognostischen Programms (prognostic tool) sind unter „Publizierte Studienergebnisse“ im Kapitel IV zu finden.

5.1. Visuelle Gefiederbonitur

Die Eignung der visuellen Bonitur als Alternative zur ausführlichen Bonitur wurde mit Hilfe eines linearen Regressionsmodells analysiert. Dabei wurde mit Hilfe einer Kreuzvalidierung der mittlere Prognosefehler ermittelt.

5.2. Multivariate Risikofaktorenanalyse

Für eine erste explorative Analyse der binären Risikofaktoren (Problem/kein Problem) wurden zuerst logistische Regressionsmodelle für alle Einzelfaktoren getrennt geschätzt und die Ergebnisse mit Hilfe von Chancenverhältnissen (Odds Ratios, OR) dargestellt. In der anschließenden konfirmatorischen Analyse wurde der Einfluss sämtlicher Einzelfaktoren auf die beiden Risikofaktoren durch zwei weitere logistische Regressionsmodelle simultan gemessen. Um einer (quasi-) vollständigen Trennung der Daten (ALBERT und ANDERSON, 1984) und somit einer nicht-Identifizierbarkeit der Modellparameter effektiv zu begegnen, wurden die Modelle um eine Shrinkage-Priori-Verteilung für die Regressionskoeffizienten erweitert. Diese verhindert eine Überanpassung der Modelle an die Daten und führt

somit bei kleinen Stichprobenumfängen zu realistischen Ergebnissen. Die Schätzungen der Modelle erfolgten voll-bayesianisch mit Hilfe der probabilistischen Programmiersprache Stan (CARPENTER et al., 2017).

5.3. Betriebsspezifische Verbesserungsempfehlungen

Durch ein logistisches Regressionsmodell wurden die Empfehlungen, die zum Teil oder komplett umgesetzt wurden, hinsichtlich ihres Einflusses auf den Ausbruch von Federpicken und Kannibalismus untersucht und mit Hilfe von OR dargestellt. Analog zur Risikofaktorenanalyse wurde das Modell durch eine Shrinkage-Priori erweitert.

IV. PUBLIZIERTE STUDIENERGEBNISSE

Anne-Katrin Kaesberg¹, Helen Louton¹, Michael Erhard¹, Paul Schmidt², Miriam Zepp¹, Franziska Helmer¹, Angela Schwarzer¹

¹ Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung, Veterinärwissenschaftliches Department, Ludwig-Maximilians-Universität München

² Statistische Beratung für Wissenschaft und Forschung, www.statistische-modellierung.de, Zimmerstr. 10, 76327-Pfinztal

Entwicklung eines prognostischen Programms zum Auftreten von Federpicken und Kannibalismus bei Legehennen

Development of a prognostic tool for the occurrence of feather pecking and cannibalism in laying hens

Poultry Science, Volume 97, Issue 3, 1 March 2018, Pages 820–833

<http://dx.doi.org/10.3382/ps/pex369>

Angenommen am 13. November 2017

Im Folgenden wird die Publikation eines Teils der erhobenen Daten vorgestellt, sie befasst sich mit dem prognostischen Programm (prognostic tool).

Development of a prognostic tool for the occurrence of feather pecking and cannibalism in laying hens

A.-K. U. Kaesberg,* H. Louton,* M. Erhard,* P. Schmidt,[†] M. Zepp,* F. Helmer,* and A. Schwarzer*,¹

*Chair of Animal Welfare, Animal Behavior, Animal Hygiene and Animal Husbandry, Department of Veterinary Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Ludwig-Maximilians-University Munich, Veterinaerstr. 13/R, D-80539 Munich, Germany; and [†]Paul Schmidt, Statistical Consulting for Science and Research, www.statistische-modellierung.de, Zimmerstr. 10, D-76327 Pfinztal, Germany

ABSTRACT In July 2015, a German voluntary decree stipulated that the keeping of beak-trimmed laying hens after the 1st of January 2017 will no longer be permitted. Simultaneously, the present project was initiated to validate a newly developed prognostic tool for laying hen farmers to forecast, at the beginning of a laying period, the probability of future problems with feather pecking and cannibalism in their flock. For this purpose, we used a computer-based prognostic tool in form of a questionnaire that was easy and quick to complete and facilitated comparisons of different flocks. It contained various possible risk factors that were classified into 3 score categories (1 = “no need for action,” 2 = “intermediate need for action,” 3 = “instant need for action”). For the validation of this tool, 43 flocks of 41 farms were examined twice, at the beginning of the laying period (around the 20th wk of life) and around the 67th wk of life. At both visits, the designated investigators filled out the questionnaire and assessed the

plumage condition and the skin lesions (as indicators of occurrence of feather pecking and cannibalism) of 50 laying hens of each flock. The average prognostic score of the first visit was compared with the existence of feather pecking and cannibalism in each flock at the end of the laying period. The results showed that the prognostic score was negatively correlated with the plumage score ($r = -0.32$; 95% confidence interval [CI]: $[-0.56; -0.02]$) and positively correlated with the skin lesion score ($r = 0.38$; 95% CI: $[0.09; 0.61]$). These relationships demonstrate that a better prognostic score was associated with a better plumage and skin lesion score. After performing a principal component analysis on the single scores, we found that only 6 components are sufficient to obtain highly sensitive and specific prognostic results. Thus, the data of this analysis should be used for creating applicable software for use on laying hen farms.

Key words: laying hen, feather pecking, cannibalism, prognostic tool, management

2018 Poultry Science 0:1–14
<http://dx.doi.org/10.3382/ps/pex369>

INTRODUCTION

The problems of feather pecking and cannibalism in industrially kept poultry, especially in laying hens, are omnipresent. Many factors seem to have an influence on the occurrence of feather pecking and cannibalism during the laying period of farmed laying hens: Some authors say that pecking on conspecifics is induced by stress factors (El-Lethey et al., 2000). Other studies found that the inability to satisfy natural behavior patterns, such as ground pecking or scratching caused by a lack of litter and manipulable material, causes the hens to redirect their needs from the unattractive surrounding towards the other hens (Blokhuis and Arkes, 1984; Blokhuis, 1986; Huber-Eicher and Wechsler, 1997, 1998;

Aerni et al., 2000; Ramadan and Von Borell, 2008). This misdirected behavior is often referred to as “frustration behavior,” and Savory (1995) pointed out that frustrated behavior is abnormal behavior, but not of aggressive nature. Furthermore, 2 types of feather pecking can be distinguished (Savory, 1995). Gentle feather pecking seems to be normal behavior for exploration of the environment and can be observed especially in non-enriched surroundings; it is described as soft pecking without pulling and can develop into severe feather pecking (Savory, 1995). Severe feather pecking is defined as intense feather pecking and pulling out feathers, which can lead to bleeding and subsequently to a high chance that this behavior spreads in the flock (Hartcher et al., 2015). Kjaer (2009) replaced the concept of misdirected exploration with the description of a hyperactivity syndrome. He demonstrated that young hens with a high food search activity also show a high probability to develop feather pecking in their adult life.

© 2017 Poultry Science Association Inc.

Received July 28, 2017.

Accepted November 13, 2017.

¹Corresponding author: angela.schwarzer@lmu.de

With regard to feather pecking being a result of high stress levels or frustration, several factors of possible influence have been reported: The access to litter material seems to be an important factor for the reduction of stress; in addition, it allows hens to perform natural behavior (Blokhuys and Arkes, 1984; Blokhuys, 1986; Huber-Eicher and Wechsler, 1997; Aerni et al., 2000; El-Lethey et al., 2000; Lugmair, 2009; Breninkmeyer and Knierim, 2015; Louton et al., 2017). Another factor that could have an influence on pecking at flock mates might be the offering of pecking material made of manipulable substances (Huber-Eicher and Wechsler, 1998; Chow and Hogan, 2005; Steinfeldt et al., 2007). Conversely, Plattner (2015) found that the frequency of feather pecking at conspecifics was much higher during the presence than during the absence of a bale of straw. The enhanced pecking might be explained as a defense of resources. Many studies also found a connection between feather pecking and dust bathing. The possibility for laying hens to perform dust bathing behavior is correlated to the levels of corticosterone, i.e., an absence of a dust bath increases their stress level and is consequently correlated with an increase of stereotypic pecking (Vestergaard et al., 1997). Sanotra et al. (1995) found that the provision of sand as dust bathing substrate could distract the hens from feather pecking, whereas Huber-Eicher and Wechsler (1997) found that only the presence of manipulable pecking material could be correlated with the occurrence of feather pecking behavior. Furthermore, the possibility of using a winter garden and an outside area is negatively correlated to the occurrence of feather pecking (Green et al., 2000; Bestman and Wagenaar, 2003; Bestman and Wagenaar, 2014; Breninkmeyer and Knierim, 2015; Lenz, 2015). Keeping 2 laying hen strains in one flock was related to an increase of the occurrence of feather pecking (Lenz, 2015).

According to Blokhuys and Arkes (1984), cannibalism is simply a redirected behavior of higher intensity than feather pecking. Furthermore, a connection between poor feather condition and the occurrence of cannibalism has been shown (Kjaer and Sørensen, 2002). The period of molting may provoke a transition from feather pecking to cannibalism due to the high chance of bleeding, because the new feathers are very soft and their blood vessels rupture easily upon pecking (Huber-Eicher and Wechsler, 1997).

The multiple possible risk factors mentioned above suggest that feather pecking and cannibalism have multifactorial origins (Savory and Mann, 1997; Rodenburg et al., 2013; Schwarzer et al., 2015). These behaviors cause not only pain and suffering for the animals (Allen and Perry, 1975; Spindler et al., 2013) but also economic losses for the farmer. Hen mortality increases (Niebuhr et al., 2006; Stadig et al., 2015), egg production decreases (El-Lethey et al., 2000; Niebuhr et al., 2006), and food intake rises (Tauson and Svensson, 1980). The severity of problems for animals and farmers, especially since the voluntary ban of beak trimming in July

2015 (Zentralverband der deutschen Geflügelwirtschaft, 2015), highlights the need for improved management and early detection of incipient problems.

The best way to do so is bringing different flocks and managements onto a comparable level and to evaluate the differences. This is possible by the help of benchmarks, which were already used (Leenstra et al., 2014).

With the aid of benchmarks, Holle et al. (2008) investigated risk factors that may cause problems in laying hen farming. Using a benchmarking system, they compared the health status of 20 organic kept laying hen flocks (European Commission, 2007) by assessing various health parameters, namely, feather condition, skin trauma, footpad abscesses, internal parasites, and the existence of *Dermatophytus gallinae*. Their goal was to establish so called “animal health schemes” that were based on a questionnaire, which was filled out by the investigators with help from the farmers. In order to foster the health of the animals, they generated a plan based on the investigators’ recommendations. This system also facilitated the comparison between different laying hen flocks, highlighting specific skills and drawbacks. They found out that “animal health schemes” work correctly only if the farmer is in a permanent communication with the consultant, and the animal health schemes undergo stable development.

Keppler et al. (2014) developed the “MTool” to evaluate the health of non-beak-trimmed laying hens based on selected factors on organic and conventional farms. This tool is as well based on potential risk factors, which got evaluated by comparing the actual hen condition with the condition of what animal health should look like. They scored each factor with 3 different categories: “no need for action”; “medium-term need for action”; and “instant need for action.” If the hen condition got scored with medium-term need for action or worse, the management and husbandry condition needed to be checked and got scored the same way. Both tools were developed to sensitize farmers to closely watch their laying hens and improve the topics for which they did not get good rates.

In line with this goal, the present study aimed to establish an easily realizable evaluation system with general management questions and an objective rating of the flocks and barns. It also contains recommendations for farmers to improve their management, especially in topics assessed not good. In the presented study, this was visualized in a traffic light system, similar to the 3 scores from Keppler et al. (2014): Each topic got scored into “1 = no need for action (green),” “2 = intermediate need for action (yellow),” and “3 = instant need for action (red).” All of them would be presented to the farmer, with the respective descriptions. These descriptions can also be used as recommendations for actions to be taken for improvement in a given topic. For example a farmer, who scored 3 in a given topic, can use the description of the better score 2, or score 1, as a guideline for improvement. For this purpose, we developed a prognostic tool based on a questionnaire with 53

benchmarks and simple assessments that allow a comparison between flocks based on combined selected factors.

The novel aspect of this study is that we validated the comparison and the correlation with the relative occurrence of feather pecking or cannibalism by re-assessing the occurrence of these problematic behaviors at the end of the laying period. This kind of forecasting system should be a useful tool for laying hen farmers to identify farming conditions that could be improved and to sensitize them to the problems their animals may have. As already mentioned, feather pecking and cannibalism seem to be caused by multifactorial conditions and thus are difficult to eliminate once they occur. Hence, it is sometimes not enough to give farmers general advice or directions on possible actions to mitigate manifested problems to get rid of feather pecking and cannibalism behavior. It would be easier to prevent them before they manifest themselves, if it is possible to forecast their manifestation. It is necessary to analyze and identify the critical aspects of each farm individually to limit and maybe even solve the problems. A prognostic tool that can identify factors before the problems occur is the most preferable course of action for both the laying hens and the farmers. And this procedure was tried to establish in the presented study.

MATERIALS AND METHODS

Course of the project

The data collection ran over 2 yr, from July 2015 until May 2017, and included 43 flocks of 41 commercially run conventional farms in Bavaria, Germany. The project was planned and realized by the Chair of Animal Welfare, Animal Behavior, Animal Hygiene and Animal Husbandry of the Ludwig-Maximilians-University in Munich, Germany. All farmers voluntarily participated in this project. Flocks were assessed twice during the laying period (all visits in each farm were performed by the same 3 investigators), the first time approx. 7 to 10 d after the hens had been transferred to the laying barn facility, i.e., in their 20th wk of life, and the second time on average in the 67th wk of life, before slaughter or molting. Due to an outbreak of avian influenza in November 2016 and the subsequent obligation to keep the animals inside their barns, the time for the second inspection varied (between the 57th and 83rd wk of life).

Methods

During both the first and the second visits, the same dataset was collected. The investigators filled out a detailed questionnaire, by asking the farmers several questions, including the topics stocking rate, management, rehousing, feeding, pecking material, litter, barn climate, lighting, and animal behavior (for detailed questions and the associated categories, see Table 1).

Afterwards, the investigators entered the barn and evaluated all aspects of the flock's behavior, such as nervousness or mutual pecking, the setting of the barn, such as litter quality or the existence of pecking material, and the barn's climate by mutual agreement. The responses from the questionnaire and the results of the flock and farm evaluation were directly recorded in the computer-based prognostic tool.

Factors that could be a potential risk for feather pecking and cannibalism had been selected before the project started and classified into 3 score categories: "no need for action" (Score 1), "intermediate need for action" (Score 2), and "instant need for action" (Score 3) (Table 1). Hereby, "action" means the recommendation for the farmer to improve his management in this factor's topic. The way to improve in this topic is directly presented in the description of the 3 categories, i.e., he needs to follow the description of the next higher score. For example, if the farmer does not weigh the laying hens at delivery, he receives the score "3 = instant need for action" in this topic, and this question will be presented in the color red. If the farmer wants to improve, he is able to see the description of number "2 = weighing of group of hens" (yellow) and of number "1 = weighing of single hens" (green) and knows what to do. Hereby, the farmer can see his "red topics," even if the prognostic score is presentable and could show action of improvement also on his own initiative.

These score categories were based on law guidelines (German Order on the Protection of Animals and the Keeping of Production Animals, 2006), professional recommendations (LWK-Niedersachsen, 2016; NMELV, 2017), previous studies (Lenz, 2015; Szczepanek, 2016), and scientific literature (Heerkens et al., 2015). For visualization, the score for each factor was marked in green (1), yellow (2), and red (3), and the spreadsheet was presented to the participating farmers on the spot to show them how they were performing in direct but anonymous comparison with other farmers (benchmarking). In this study, the spreadsheet was presented only on the second visit, to avoid that the results and the comparison to the other farmers could falsify the action of the farmers' management throughout the laying period. An average prognostic score for each flock (best 1.0, worst 3.0) was calculated. It is based on the evaluated average of the given scores (1, 2, or 3) of 53 questions (Table 1).

Subsequently, 50 (flock size > 500 hens) or 20 laying hens (flock size ≤ 500 hens) were selected randomly, and their plumage and skin conditions were determined according to a modified "hen score" from Gunnarsson (2000a) and Blokhuis et al. (2007). Hens of mixed laying hen strains were selected according to their proportion in the group. The hens were assessed by all 3 investigators, whose inter-rater reliability was tested in 100 brown egg and 100 white egg laying hen strains. The plumage condition was classified into 5 score categories: 5 = no special abnormality; 4 = >5 damaged feathers or featherless area $\varnothing \leq 1$ cm;

4

KAESBERG ET AL.

Table 1. The questions for the prognostic tool (53 questions) and the related scores with classifications. The number of flocks, their percentage per value and the total number of flocks per question (n) are given. The 35 scores, which were used for the principal component analysis, are underlined.

Question	Score	Classification	Number of flocks	Percentage share	n
Stocking rate					
<u>Hens per usable square meter</u>	<u>1</u>	<9 hens per usable square meter	38	88.37	43
	<u>2</u>	9 hens per usable square meter	5	11.63	
	<u>3</u>	>9 hens per usable square meter	0	0	
<u>Hens per usable base square meter</u>	<u>1</u>	<18 hens per usable base square meter	28	93.34	30
	<u>2</u>	18 hens per usable base square meter	1	3.33	
	<u>3</u>	>18 hens per usable base square meter	1	3.33	
<u>Time with temporarily higher number of hens per usable square meter</u>	<u>1</u>	total area provided by day 1	19	44.19	43
	<u>2</u>	total area provided after ≤3 weeks	21	48.83	
	<u>3</u>	total area provided after >3 weeks	3	6.98	
<u>Temporarily higher number of hens per usable square meter</u>	<u>1</u>	total area temporarily not provided with <9 hens per usable square meter	1	4.17	24
	<u>2</u>	total area temporarily not provided with 9 hens per usable square meter	4	16.67	
	<u>3</u>	total area temporarily not provided with >9 hens per usable square meter	19	79.16	
Management					
<u>Do you keep laying hen strains mixed?</u>	<u>1</u>	no	32	74.42	43
	<u>2</u>	yes	11	25.58	
<u>Accessibility of the enclosure</u>	<u>1</u>	good	22	55	40
	<u>2</u>	medium	12	30	
	<u>3</u>	bad	6	15	
<u>How long is the cleaning period between 2 laying periods?</u>	<u>1</u>	>2 weeks	28	65.12	43
	<u>2</u>	1-2 weeks	10	23.25	
	<u>3</u>	<1 week	5	11.63	
<u>Do you have a cadaver bin?</u>	<u>1</u>	yes	37	86.05	43
	<u>2</u>	no	6	13.95	
<u>At what time do you open the nests?</u>	<u>1</u>	nest opening ≥1 h before turning on the lights	35	81.39	43
	<u>2</u>	nest opening <60 min before turning on the lights	7	16.28	
	<u>3</u>	nest opening at the same time or after turning on the lights	1	2.33	
<u>Do you document the death of animals?</u>	<u>1</u>	yes, always	38	88.37	43
	<u>2</u>	irregular	4	9.3	
	<u>3</u>	never	1	2.33	
<u>Did you have problems with feather pecking in previous period?</u>	<u>1</u>	no	13	30.23	43
	<u>3</u>	yes	30	69.77	
<u>Do you have problems with <i>Dermatophytosis gallinae</i>?</u>	<u>1</u>	no	9	20.93	43
	<u>2</u>	yes	34	79.07	
<u>Do you offer permanent access to a winter garden?</u>	<u>1</u>	yes	21	48.84	43
	<u>2</u>	no	7	16.28	
	<u>3</u>	no existing winter garden	15	34.88	
<u>Do you offer permanent access to an outside area?</u>	<u>1</u>	yes	9	20.93	43
	<u>2</u>	no	15	34.88	
	<u>3</u>	no existing outside area	19	44.19	
<u>Were sick animals found after the morning tour of the person in charge?</u>	<u>1</u>	no	42	97.67	43
	<u>3</u>	yes	1	2.33	
<u>Were dead animals found after the morning tour of the person in charge?</u>	<u>1</u>	no	42	97.67	43
	<u>3</u>	yes	1	2.33	
<u>How many times per day does the person in charge investigate the barn?</u>	<u>1</u>	>1x per day	39	90.7	43
	<u>2</u>	1x per day	4	9.3	
	<u>3</u>	<1x per day	0	0	
<u>How many times per day does the person in charge investigate the litter area?</u>	<u>1</u>	>1x per day	39	90.7	43
	<u>2</u>	1x per day	4	9.3	
	<u>3</u>	<1x per day	0	0	
<u>How many times per day does the person in charge investigate the aviary?</u>	<u>1</u>	>1x per day	31	86.11	36
	<u>2</u>	1x per day	4	11.11	
	<u>3</u>	<1x per day	1	2.78	
<u>How many times per day does the person in charge investigate the winter garden?</u>	<u>1</u>	>1x per day	18	69.23	26
	<u>2</u>	1x per day	8	30.77	
	<u>3</u>	<1x per day	0	0	

PROGNOSTIC TOOL FOR FEATHER PECKING IN LAYING HENS

5

Table 1. –continued.

Question	Score	Classification	Number of flocks	Percentage share	n
How many minutes per day does the person in charge spend with the laying hens?	1 2 3	>3.9 min per 1,000 hens 3.9 min per 1,000 hens <3.9 min per 1,000 hens	42 0 0	100 0 0	42
Do you have separate clothing for each livestock?	1 2 3	separate clothing for each livestock separate clothing but is worn outside of the livestock no separate clothing	16 23 3	38.1 54.76 7.14	42
Laying hen rehousing					
How old were the laying hens at delivery?	1 2 3	17th to 18th week of life $\leq \pm 3$ weeks $> \pm 3$ weeks	34 9 0	79.07 20.93 0	43
Do you weigh the laying hens at delivery?	1 2 3	yes, weighing of single hens yes, weighing of group of hens no	10 7 26	23.26 16.28 60.46	43
Average weight of laying hens at delivery	1 2 3	\geq normal weight $\leq 10\%$ under the normal weight $> 10\%$ under the normal weight	3 7 2	25 58.33 16.67	12
Feeding					
How many times does the feeding chain move per day?	1 2 3	>6x per day 4–6 x per day <4x per day	14 24 0	36.84 63.16 0	38
Do you offer a feeding intermission?	1 2 3	always sometimes never	29 2 12	67.44 4.65 27.91	43
How many laying hens come to the moving feeding chain?	1 2 3	all of them most of them only a few	2 11 1	14.29 78.57 7.14	14
Do you document the food consumption?	1 2 3	yes, with a food or silo scale yes, but only an estimation no documentation	18 11 14	41.86 25.58 32.56	43
Pecking material					
Do you spread grain?	1 2 3	regularly irregularly never	17 8 17	40.48 19.04 40.48	42
Do you offer pecking material?	1 2 3	regularly irregularly never	32 1 10	74.42 2.32 23.26	43
How much pecking material do you offer?	1 2 3	>1 element per 1,000 hens ≤ 1 element per 1,000 hens no pecking material offered	21 9 13	48.84 20.93 30.23	43
Do you offer a dust bath?	1 3	yes no	20 23	46.51 53.49	43
Litter					
Do you change litter regularly?	1 2 3	yes, completely yes, partially no change	25 16 1	59.52 38.1 2.38	42
Do you have problems with litter plaques?	1 2 3	no litter plaques partial litter plaques complete litter plaques	30 8 2	75 20 5	40
How deep is the litter at the beginning of the laying period?	1 2 3	>2 cm ≤ 2 cm no litter offered	10 28 3	24.39 68.29 7.32	41
Climate					
air quality	1 2 3	good medium bad	36 5 2	83.72 11.63 4.65	43
ammonia noticeable	1 2 3	slightly moderately intensely	38 3 2	88.37 6.98 4.65	43
dust	1 2 3	slight moderate intense	36 7 0	83.72 16.28 0	43

6

KAESBERG ET AL.

Table 1. –continued.

Question	Score	Classification	Number of flocks	Percentage share	n
<u>noise</u>	1	quiet	35	81.39	43
	2	moderate	7	16.28	
	3	noisy	1	2.33	
<u>infiltration</u>	1	slight	30	69.77	43
	2	moderate	11	25.58	
	3	intense	2	4.65	
Lighting					
<u>Do you have dimmable lighting?</u>	1	yes	31	72.09	43
	2	partial	7	16.28	
	3	no	5	11.63	
<u>Do you have sunspots?</u>	1	no	33	76.74	43
	2	yes	10	23.26	
Are the nests dark?	1	yes	23	57.5	40
	2	partially	16	40	
	3	no	1	2.5	
<u>Is the litter area lighted evenly?</u>	1	yes	30	69.77	43
	2	no	13	30.23	
Behavior of laying hens					
How is the visitation of the litter area?	1	intensive	26	61.9	42
	2	moderate	11	26.2	
	3	slight	5	11.9	
<u>Is the flock more nervous than usual?</u>	1	no	26	60.47	43
	3	yes	17	39.53	
<u>Do the laying hens peck on the investigator?</u>	1	no pecking	28	65.12	43
	2	slight pecking	11	25.58	
	3	intense pecking	4	9.3	
<u>Do the laying hens peck each other?</u>	1	no pecking	27	62.79	43
	2	slight pecking	16	37.21	
	3	intense pecking	0	0	
<u>Do the laying hens chase each other?</u>	1	no chasing	39	90.7	43
	2	some chasing	4	9.3	
	3	intense chasing	0	0	
Ground feathers: Test 3 different areas in the barn and count on each measuring point the ground feathers per 1 square meter	1	≥10 ground feathers at all 3 measuring points found	17	42.5	40
	2	<10 ground feathers found at minimum 1 measuring point	13	32.5	
	3	minimum 1 measuring point with no ground feathers	10	25	
<u>Are the laying hens easy to catch?</u>	1	easy	38	88.37	43
	2	medium	5	11.63	
	3	not easy	0	0	
Touch-test: Squat and move slowly; count how many laying hens you are able to touch	1	≥1 laying hen could be touched on average	29	70.73	41
	2	<1 laying hen could be touched on average	12	29.27	

3 = featherless area $\varnothing > 1 - \leq 5$ cm; 2 = featherless area $\varnothing > 5$ cm and $\leq 75\%$ featherless; 1 = $>75\%$ featherless. The classification was assessed for 3 body regions (the neck, the back, and the wing coverts) because feather damages in these body regions are likely to be caused by feather pecking (Ramadan and Von Borell, 2008). The sum of the scores for all 3 body regions formed the “plumage score,” i.e., the plumage score 3 equaled the largest plumage damage and therefore the most severe feather pecking problems. The best score 15 equaled an intact plumage and no or only minor feather pecking in the flock. The plumage score was averaged per flock. An average plumage score ≤ 10 was defined as a flock with severe feather pecking problems.

The occurrence of wounds and their size were scaled using a separate score, the “skin lesion score.” In this case, the entire body (except the head and legs) was

scanned for wounds, and only skin rupture, but not discoloration, was considered. A flock that had $\geq 10\%$ hens with one or more wounds of >0.5 cm was defined as having problems with cannibalism.

Statistical Analysis

The prognostic tool was designed with Microsoft Excel 2010 (Microsoft Corporation, Redmond, WA). For all analyses, the R language for statistical computing (R Core Team, 2015) was used. The relation between the prognostic score and the plumage or skin lesion score was first analyzed in an exploratory manner using the Pearson correlation coefficient. Prognostic quality of this relation was subsequently investigated in more detail by using linear regression. To this end, the data from 43 flocks were randomly separated into training

PROGNOSTIC TOOL FOR FEATHER PECKING IN LAYING HENS

7

(70%) and test (30%) datasets. The training dataset was used to estimate the linear model that then was used to predict the plumage and skin lesion scores for the test dataset. Prediction error was measured by the mean squared error and the mean percent error. This procedure was repeated 5,000 times with different training and test datasets to obtain an approximation of the distribution of these errors. In addition, logistic regression models were used to estimate prediction models for feather pecking and cannibalism with the prognostic score as the only predictor and were presented with odds ratio (**OR**) and confidence interval (**CI**). Here, prediction quality was measured by 4 criteria: sensitivity, calculated as true positive (**TP**)/(TP + false negative [**FN**]); specificity, calculated as true negative (**TN**)/(TN + false positive [**FP**]); accuracy, calculated as (TN + TP)/(TN + TP + FN + FP); and the dice coefficient (Dice, 1945), calculated as $2 * TP / (2 * TP + FN + FP)$. Randomized partition of the complete data into training and test data, as well as repetition, was performed as described above.

For analyses of single scores, we first performed a dimensional reduction by means of a principal component analysis. By using this method, the 35 tested scores were transformed into a few components, the principal components. Usually, a small number of components is sufficient to describe the information of the complete data. Up to the first 10 of these components were then used as predictors in logistic regression models for the prediction of feather pecking and cannibalism as described for the prognostic score.

Inter-rater reliability was analyzed by means of the PABAK (prevalence-adjusted and bias-adjusted kappa), which is also called kappa_{nor} (Byrt et al., 1993). This statistical tool was employed, because as the number of categories used is unpredictable in research with live animals and in this case is rather high; the kappa score should be corrected for prevalence and bias. The equation for more than 2 categories (Gunnarsson et al., 2000b) is

$$PABAK = ((kp_0) - 1 / (k - 1)) .$$

Where: k represents the number of assessed categories, and p₀ indicates the relation between the observed agreements. For the assessment of skin lesion only, 2 categories were used, in which case the equation shortens to

$$PABAK = 2p_0 - 1.$$

RESULTS

General results

The assessed 43 flocks of 41 farms included conventional (79.1%) or organic (20.9%) farms, which could be either floor (32.6%) or aviary (67.4%) barns of varying size (from 200 up to 6,000 non-beak-trimmed animals per barn or barn section); 79.1% of the flocks hosted over 500 laying hens, and 20.9% hosted ≤500 laying hens (here, both flock sizes were hosted by both farming systems). This project included laying hens of the strains Lohmann Brown Classic, Lohmann Selected Leghorn, Bovans Brown, Dekalb White, Lohmann Brown Plus, Lohmann Brown Extra, Lohmann Dual, and Lohmann Sandy; 25.6% of the flocks were flocks with mixed laying hen strains (Lohmann Brown Classic + Lohmann Selected Leghorn, Lohmann Brown Classic + Lohmann Dual, or Bovans Brown + Dekalb White), 67.4% were brown egg poultry flocks, and 9.3% were white egg poultry flocks. For descriptive results for each score (53) of the prognostic tool, see Table 1 in the Appendix.

As depicted in Table 2, the results of the PABAK inter-rater reliability test all vary between 0.88 and 0.99, which is within the range suggested by Landis and Koch (1977) for almost perfect reliability scores [0.81-1].

Plumage and skin lesion scores

Based on the 2 parameters plumage score and skin lesion score, the assessed flocks were divided into groups with or without problems. Fourteen of the 43 flocks

Table 2. Inter-rater reliability scores based on PABAK (prevalence-adjusted and bias-adjusted kappa). The three investigators (A, B, and C) assessed 100 brown and 100 white egg laying hen strains on their plumage condition in 3 body regions and on the existence and size of possible skin lesions in 9 body regions. Agreements and disagreements with the corresponding percentage and results of PABAK are presented for each investigator combination.

Plumage (n = 300)			Skin lesion (n = 900)			
	Number of agreements (%)	Number of disagreements (%)	PABAK	Number of agreements (%)	Number of disagreements (%)	PABAK
Brown egg laying hen strain						
A/B	280 (93.33%)	20 (6.67%)	0.92	891 (99%)	9 (1%)	0.98
A/C	276 (92%)	24 (8%)	0.9	888 (98.67%)	12 (1.33%)	0.97
B/C	281 (93.67%)	9 (6.33%)	0.92	891 (99%)	9 (1%)	0.98
White egg laying hen strain						
A/B	276 (92%)	24 (8%)	0.9	895 (99.44%)	5 (0.56%)	0.99
A/C	270 (90%)	30 (10%)	0.88	892 (99.11%)	8 (0.89%)	0.98
B/C	277 (92.33%)	23 (7.67%)	0.9	893 (99.22%)	7 (0.78%)	0.98

8

KAESBERG ET AL.

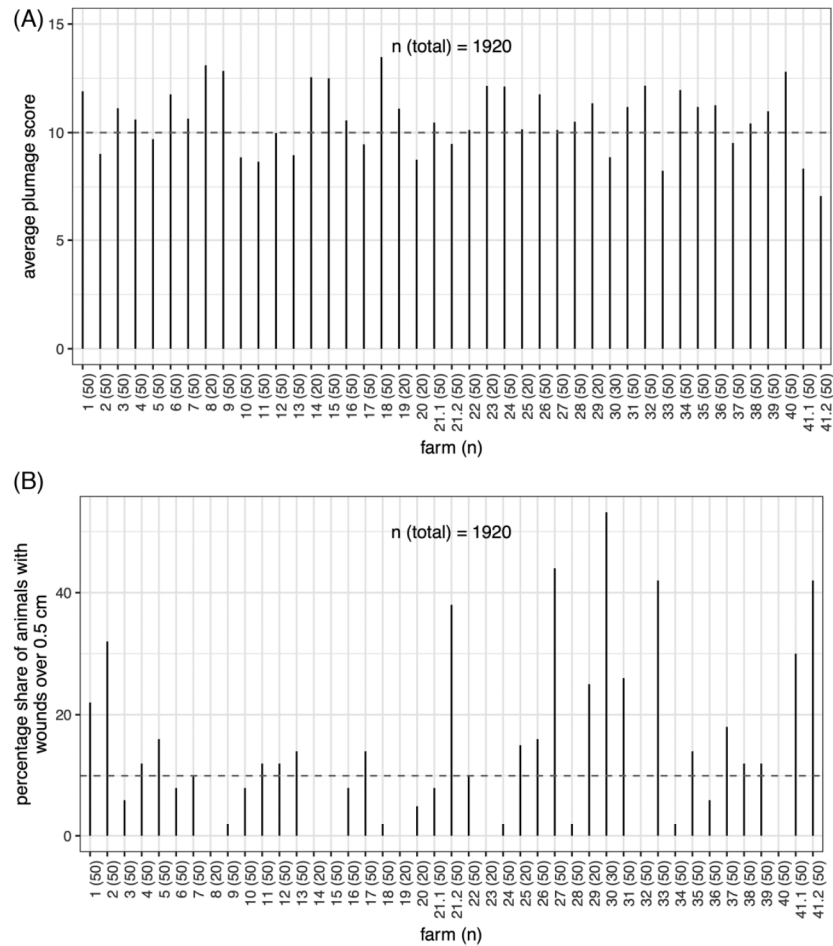


Figure 1. A (above) + B (below): Average plumage score (1A) and average skin lesion score (1B) (y-axis) of every farm (x-axis) with number of n showing the number of assessed laying hens per flock at the second visit. Each farm has its own number; farms with 2 assessed flocks are identified by different decimal places. The plumage score indicates the average feather condition per assessed flock for the body regions neck, back, and wing coverts. A plumage score ≤ 10 presents a problem with severe feather pecking in this flock. The skin lesion score indicates the percentage share of animals in the flock with skin lesions > 0.5 cm. A flock with $\geq 10\%$ of animals with big skin lesions shows problems with cannibalism.

(32.6%) had a plumage score ≤ 10 at the second visit, indicating a problem with severe feather pecking at the end of the laying period. In comparison, none of the assessed flocks had a plumage score ≤ 10 at the first visit, i.e., no flock showed problems with severe feather pecking at the beginning of the laying period (approx. 20th wk of life). The average plumage score was 10.65 points with a range from 7.08 up to 13.48 points at the second visit (Figure 1A).

The skin lesion score (as a scale for the percentage of hens in a flock with wounds > 0.5 cm) showed that at the second visit, 24 flocks (55.8%) had a minimum

of 10% with one or more wounds > 0.5 cm, and hence a problem with cannibalism; at the first visit, it was one flock (2.3%). On average, the assessed flocks at the second visit had a skin lesion score of 14%. The highest percentage of hens with big wounds > 0.5 cm was 53.3%. In 7 flocks, no laying hen with wounds > 0.5 cm was found (Figure 1B).

Prognostic tool: Prognostic score

The flock with the best (i.e., lowest) prognostic score was scored with 1.29 and the worst with 1.69 points.

PROGNOSTIC TOOL FOR FEATHER PECKING IN LAYING HENS

9

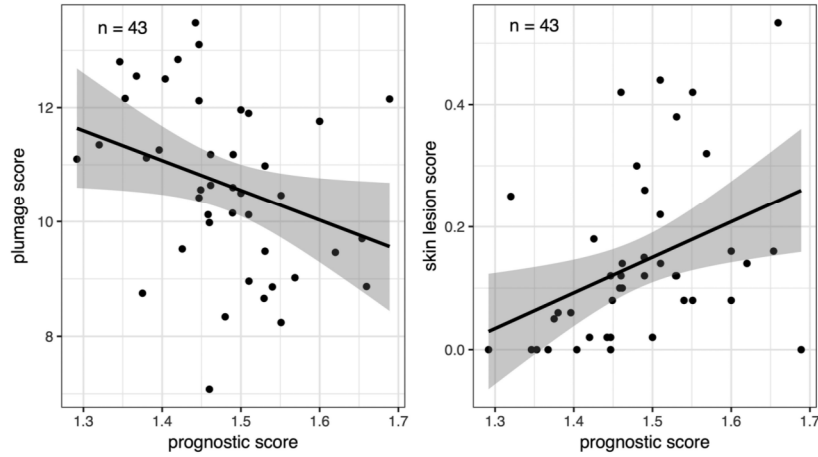


Figure 2. Correlation between the average prognostic score and the plumage score on the left side (negative) and between the average prognostic score and the skin lesion score on the right side (positive). The black line indicates the simple regression line.

A correlation analysis showed that the prognostic score was negatively correlated with the plumage score ($r = -0.32$; 95% CI: $[-0.56; -0.02]$), meaning that higher (worse) prognostic scores were correlated with lower (worse) plumage scores. Between the prognostic score and the skin lesion score, we found a positive correlation ($r = 0.38$; 95% CI: $[0.09; 0.61]$), i.e., higher (worse) prognostic scores were correlated with higher (worse) skin lesion scores (Figure 2). Consequently, we can say that flocks with feather pecking or cannibalism or both have a higher (worse) prognostic score (Figure 3).

Further analysis using logistic regression models revealed that the chance of developing feather pecking was 2.5 times higher when the prognostic score rose 0.1 points (OR = 2.5; 95% CI: $[1.14; 6.33]$). For the chance of developing cannibalism, we got a similar result (OR = 2.4; 95% CI: $[1.14; 6.07]$). When the prognostic score exceeded 1.57 points, the probability of feather pecking in the laying period was 0.5; for cannibalism, this threshold value was 1.45 points. Although correlations were significant and plausible, further analysis revealed that the prognostic quality of the prognostic score was not good enough. For example, the linear relationship between the prognostic score and the plumage score explained only about 10% of the variation of the plumage score. For the skin lesion score, this value was about 14%. In addition, predictions by the fitted logistic regression models were not satisfactory (average sensitivity and specificity < 0.75). Therefore, we tested if other combinations of the possible 53 risk factors might raise the prognostic quality (results are presented in the following section).

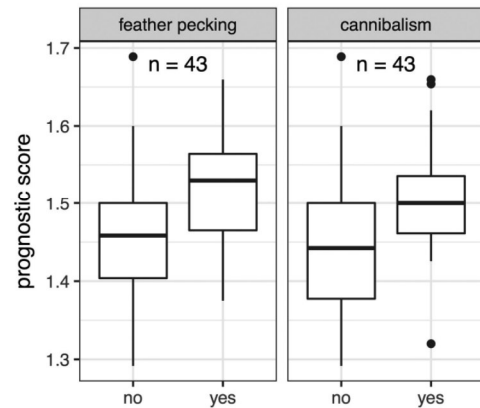


Figure 3. Distribution of the average prognostic scores (y-axis) along categories of feather pecking and cannibalism. The prognostic score has a significant positive relation to the occurrence of feather pecking ($P = 0.03$) and cannibalism ($P = 0.03$). These occurrences for each problem are presented with yes/no. Box plots with thick black lines show the median, boxes show the upper and lower quartiles, whiskers show the maximum and minimum values, and circles show the outliers.

Prognostic tool: Single scores

For the analysis of the single scores, only scores from complete datasets were used. Not every score could be assigned in each flock (e.g., not every poultry farmer offers litter directly), which reduced the 53 scores to 35 (Table 1 underlined scores). We performed a principal

10

KAESBERG ET AL.

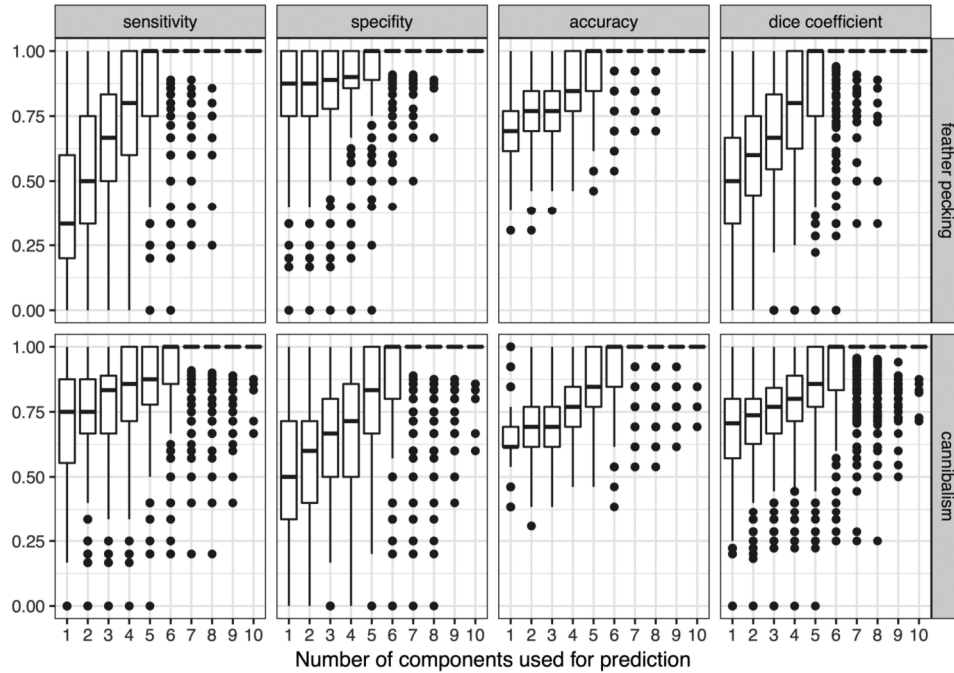


Figure 4. Prognostic quality of logistic regression models with different numbers of components as covariates (x-axis) for predicting feather pecking (top row) and cannibalism (bottom row). For each component, the quality criteria sensitivity, specificity, accuracy, and Dice coefficient are depicted (y-axis). Box plots with thick black lines show the median, boxes show the upper and lower quartiles, whiskers show the maximum and minimum values, and circles show the outliers.

component analysis as implemented in R's "prcomp" function on these scores. This method applies singular value decomposition on the full data matrix, which yields the principal component transformations. Essentially, these transformations are linear combinations of the single scores, but, in contrast to the prognostic score, different weights (loadings) were assigned to each single score, whereas the prognostic score uses the same weights. By default, this analysis yields as many components as single scores, in our case, 35. However, the order of the components is directly related to their importance with respect to the information in the data, i.e., the first component explains the most variation of the data matrix, the second the second most, and so on. Usually, only a relatively small number of components was needed to explain the main characteristics of the original data. This allows us to reduce the dimension of the data even further by choosing only the first few components. Figure 4 shows the prognostic quality that resulted when up to 10 components were used within the logistic regression setup for predicting feather pecking and cannibalism. For feather pecking, sensitivity and specificity yielded excellent results for a minimum of 6 components. For cannibalism, one more component was needed to obtain comparable values.

Assessing the overall classification quality by the criteria accuracy and Dice coefficient, we reached the same conclusion, i.e., that 6 and 7 components were sufficient for predicting feather pecking and cannibalism, respectively.

Figure 5 depicts the corresponding weights for the single scores that were needed to construct the first 6 components. The sign and magnitude of these loadings allowed us to identify the scores that were most relevant for each component. For example, mainly responsible for the construction of the first component were the scores for "air quality," "ammonia noticeable," "dust," "Do the laying hens peck the investigator?" "Do the laying hens chase each other?" and "Do the laying hens peck each other?" Thus, the first component mostly summarized the topics "climate" and "pecking behavior." However, we also derived smaller positive and negative loadings for the remaining scores so that this interpretation to neglect these can be seen only as a simplification. In addition, the interpretation that the sign of the single score shows which kind of relation, a positive or a negative, it has on the development of feather pecking and cannibalism is unconfirmed. It shows only the relation it has on the corresponding component.

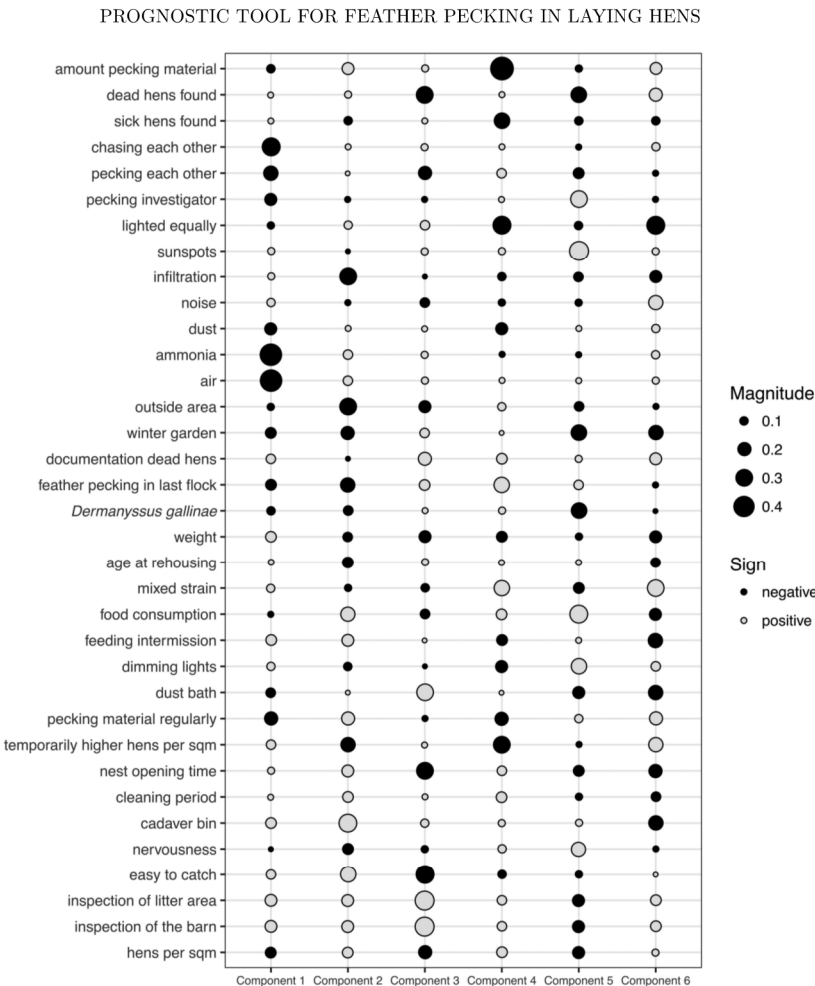


Figure 5. Loadings of each single score on the first calculated 6 components that are used for prediction. The loadings represent different corresponding weights of the scores for the development of feather pecking and cannibalism and consist of the magnitude (size of the circles) and the sign (color). Each component is based on the 35 single scores with differing estimated loadings. All components have an impact on the following one.

DISCUSSION

General Results And Plumage And Skin Lesion Scores

This study was designed to develop an easy-to-use tool for farmers or their consultants that gives them a prognosis for a possible development of feather pecking or cannibalism in their current laying hen flocks. As the conditions that may be related to these problematic behaviors are multifactorial (Savory and Mann, 1997; Rodenburg et al., 2013; Schwarzer et al., 2015), a choice of possible risk factors related to management types, barn settings, and laying hen behaviors were assessed.

In addition, independent of the results that the farmer receives from the prognostic tool or the principal components, he is able to have a closer look at each rate he got in each question and to improve himself by following the description of the next higher score in this topic. By following these descriptions, he would reduce his prognostic score and, as you can see in the results section, a difference in 0.1 points in the prognostic score changes the chance of feather pecking and cannibalism development 2.5 times.

Furthermore, the different farming systems, laying hen strains, and flock sizes of the presented study are representative of the conditions in currently practiced

12

KAESBERG ET AL.

laying hen farming, suggesting that the designed tool could be applicable in various laying hen systems (only in loose housing systems). There is no need for the future use in practice of the assessment of the laying hens, since this procedure was necessary only for the establishment of this forecasting system. In addition, the very high inter-rater reliability results of the 3 investigators facilitate the good requirements for the used analysis.

The 53 scores we used for benchmarking the different farms by far outnumbered the base data of 43 flocks. Thus, we refrained from investigating further factors such as food ingredients, behavioral studies, and early-life rearing conditions. Therefore, our results cannot reveal whether the propensity for severe feather damage and cannibalism developed during the rearing or the laying period, since it was shown that already the rearing period seems to have an influence on the occurrence of feather pecking in the laying period (Bestman et al., 2009; Schwarzer et al., 2015). We wanted to keep it simple, to allow the realization of the tool by the farmer on its own. Checking the rearing conditions, behavioral observations, and a food ingredients analysis would not provide easy, practical use.

Nonetheless, we observed that both feather damage and wounds developed during the laying period. At the first visit, when the hens were approx. 20 wk old and at the beginning of the laying period, only one flock showed problems with cannibalism, and none showed severe feather pecking. During approx. 47 wk, the time between the first and the second visit, 14 flocks developed severe feather pecking, and 24 flocks showed $\geq 10\%$ of the hens to have skin lesions of >0.5 cm and thus a problem with cannibalism.

Prognostic tool: Prognostic score

In a first step, we investigated the prognostic value of the newly designed average prognostic score and found a significant correlation between the prognostic score and both the plumage score and the skin lesion score: Assessed flocks with a better prognostic score showed less occurrence of feather pecking and thus a higher (better) plumage score. In addition, they showed less occurrence of cannibalism and thus a lower skin lesion score, which means fewer laying hens with wounds >0.5 cm. Furthermore, when the prognostic score exceeded a threshold value (1.57 for feather pecking; 1.45 for cannibalism), the probability of observing the 2 problems exceeded 0.5. This result could help laying hen farmers as a guide value that indicates a need for action.

Spindler et al. (2013) developed a system for laying hen farmers to identify critical parameters they should monitor on their farms and a so-called emergency plan for critical situations, e.g., when the loss rate increases extensively and the plumage and skin condition of the laying hens worsen. In the studies by Holle et al. (2008)

and Keppler et al. (2014), farmers could use benchmarks to compare their own management practices and the behavior of their laying hens with those of other farmers and make use of this comparison to improve conditions on their farms. Both studies compared flocks by using various scores and benchmarks with the aim to find possible risk factors of welfare parameters and to sensitize the farmers to their management practices. In the present study, we took a similar approach. First, we selected typical factors with possible risk for the development of feather pecking and cannibalism and scored them into 3 categories. With the help of these benchmarks, the assessed flocks were comparable. A possible inter-rater variability for the assessment of the laying hens got tested and achieved very high results and so can be neglected; in addition, the assessment of the laying hens will not be necessary in practicable use.

Based on the comparisons between the assessed flocks, we could identify the factors (scores) that differed and used them as benchmarks to create a prognostic tool. The novel aspect of this study was the validation of the tool by comparing the results with the actual development of feather pecking and cannibalism problems in each flock. The comparisons showed a significant correlation between the estimated prognostic score and the developed problems. A drawback in the course of this study was an outbreak of the avian influenza in November 2016. As a result, the timing of the second visit varied widely (57th to 83rd wk of life). However, this variation can be neglected because the prognostic tool should be used to predict whether feather pecking and cannibalism are likely to occur but not when they may occur.

Although the prognostic quality of the significant correlations between the prognostic score and the plumage and skin lesion scores were not satisfying, the identified correlations are an immense progress in the construction of an early alert system that is needed to solve the problems of feather pecking and cannibalism. As pointed out by Spindler et al. (2013), the existing guidelines for critical situations need to be amended with a system that can predict these problems so that farmers can implement preventive measures.

Prognostic tool: Single scores

As a second step, single scores were investigated in a principal component analysis to achieve a higher prognostic quality by reducing the number of factors (53 scores) relative to the number of assessed flocks (43). Whereas the prognostic score was constructed by using the same weights for all single scores, the principal components were obtained by allowing different weights (loadings). We could reduce the assessed scores of the prognostic tool to the smallest possible number with the highest possible weights (loadings) by means of the principal component analysis (yielding 6 components – Figure 5). The loadings consisted of a

PROGNOSTIC TOOL FOR FEATHER PECKING IN LAYING HENS

13

magnitude and a sign. These do not allow identifying a possible risk factor, but they have an influence on the components, for which none of the assessed scores, even the ones with low magnitude, can be neglected. This procedure led to a highly prognostic quality of the identified principal components. Based on these results, this novel tool is suitable for the forecast of the development of feather pecking or cannibalism in laying hens. As a next step, software for this tool, accessible for practical use, should be developed and validated.

CONCLUSION

The prognostic tool presented here is a highly valid and easy-to-use prognostic system, which shows only slight deficits in its prognostic quality. These deficits can be explained by the large number of scores (53) used to assess a small number of base data (43 flocks). A subsequent principal component analysis reduced the number of scores to 6 principal components that yielded a very high probability of a correct prognosis of the development of feather pecking and cannibalism.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported financially by the Bavarian State Ministry of the Environment and Consumer Protection via the Bavarian Health and Food Safety Authority (grant number: Az. StMUV: 47d-G7131-2011/28-30). The project was planned and realized by the Chair of Animal Welfare, Animal Behavior, Animal Hygiene and Animal Husbandry of the Ludwig-Maximilians-University in Munich, Germany, in cooperation with Bavarian poultry consultants from the Departments of Food, Agriculture and Forestry in Pfaffenhofen an der Ilm and Kitzingen, Germany. The funding source played no role in study design; in the collection, analysis, and interpretation of data; in the writing of the report; or in the decision to submit the paper for publication.

Conflict of interest statement

There is no conflict of interest regarding any financial, personal, or other relationships with other people or organizations that could inappropriately influence or be perceived to influence this study.

Ethical statement

The work described in this article with research on live animals met the guidelines approved by the institutional animal care and use committee (IACUC).

Authorship statement

The idea for the paper was conceived by Helen Louton and Angela Schwarzer. The experiments were designed by Helen Louton, Angela Schwarzer, and Michael

Erhard. The experiments were performed by Miriam Zepp, Franziska Helmer, and Anne-Katrin Kaesberg under the supervision of Helen Louton and Angela Schwarzer. The data were analyzed by Paul Schmidt. The paper was written by Anne-Katrin Kaesberg.

REFERENCES

- Aerni, V., H. El-Lethey, and B. Wechsler. 2000. Effect of foraging material and food form on feather pecking in laying hens. *Br. Poult. Sci.* 41:16–21.
- Allen, J., and G. Perry. 1975. Feather pecking and cannibalism in a caged layer flock. *Br. Poult. Sci.* 16:441–451.
- Bestman, M., P. Koene, and J.-P. Wagenaar. 2009. Influence of farm factors on the occurrence of feather pecking in organic reared hens and their predictability for feather pecking in the laying period. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 121:120–125.
- Bestman, M., and J.-P. Wagenaar. 2003. Farm level factors associated with feather pecking in organic laying hens. *Livest. Prod. Sci.* 80:133–140.
- Bestman, M., and J.-P. Wagenaar. 2014. Health and welfare in Dutch organic laying hens. *Animals*. 4:374–390.
- Blokhuis, H. 1986. Feather-pecking in poultry: Its relation with ground-pecking. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 16:63–67.
- Blokhuis, H., and J. Arkes. 1984. Some observations on the development of feather-pecking in poultry. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 12:145–157.
- Blokhuis, H. J., T. Fiks Van Niekerk, W. Bessei, A. Elson, D. Guémené, J. B. Kjaer, G. A. Maria Levrino, C. J. Nicol, R. Tauson, C. A. Weeks, and H. A. Van De Weerd. 2007. The LayWel project: Welfare implications of changes in production systems for laying hens. *Worlds Poult. Sci. J.* 63:101–114. doi 10.1017/S0043933907001328.
- Brenninkmeyer, C., and U. Knierim. 2015. Förderung der Tiergesundheit und des Tierwohls ökologischer Legehennen in Europa – Promoting good health and welfare in European organic laying hens: Abschlussbericht. Accessed Jun. 2017. Available from: <http://orgprints.org/29166/7/29166-11OE020-uni-kassel-knierim-2015-HealthyHens-merkblatt.pdf>.
- Byrt, T., J. Bishop, and J. B. Carlin. 1993. Bias, prevalence and kappa. *J. clin. epidemiol.* 46:423–429.
- Chow, A., and J. A. Hogan. 2005. The development of feather pecking in Burmese red junglefowl: The influence of early experience with exploratory-rich environments. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 93:283–294.
- Dice, L. R. 1945. Measures of the amount of ecologic association between species. *Ecology*. 26:297–302.
- El-Lethey, H., V. Aerni, T. Jungi, and B. Wechsler. 2000. Stress and feather pecking in laying hens in relation to housing conditions. *Br. Poult. Sci.* 41:22–28.
- European Commission. 2007. Council regulation (EC) No 834/2007 of 28 June 2007 on organic production and labelling of organic products and repealing regulation (EEC) No 2092/91.
- German Order on the Protection of Animals and the Keeping of Production Animals. 2006. Amended and promulgated on August 22nd, 2006, last changed on February 5th, 2014. Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung; Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutzV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. August 2006 (BGBl. I S. 2043), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 5. Februar 2014 (BGBl. I S. 94) geändert worden ist.
- Green, L. E., K. Lewis, A. Kimpton, and C. J. Nicol. 2000. Cross-sectional study of the prevalence of feather pecking in laying hens in alternative systems and its association with management and disease. *Vet. Rec.* 147:233–238.
- Gunmarsson, S. 2000a. Laying hens in loose housing systems: Clinical, ethological and epidemiological aspects. PhD thesis, Sveriges Lantbruksuniversitet (Swedish University of Agricultural Sciences), Uppsala.

- Gunnarsson, S., B. Algers, and J. Svedberg. 2000b. Description and evaluation of a scoring system of clinical health in laying hens. Gunnarsson, S.: Laying hens in loose housing systems. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Hartcher, K. M., M. K. Tran, S. J. Wilkinson, P. H. Hemsworth, P. C. Thomson, and G. M. Cronin. 2015. Plumage damage in free-range laying hens: Behavioural characteristics in the rearing period and the effects of environmental enrichment and beak-trimming. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 164:64–72.
- Heerkens, J. L., E. Delezie, I. Kempen, J. Zoons, B. Ampe, T. B. Rodenburg, and F. A. Tuytens. 2015. Specific characteristics of the aviary housing system affect plumage condition, mortality and production in laying hens. *Poult. Sci.* 94:2008–2017.
- Holle, R., I. Müller-Arnke, and G. Rahmann. 2008. Tiergesundheitspläne in der Ökologischen Legehennenhaltung. *Praxis trifft Forschung Neues aus der Ökologischen Tierhaltung*. 2008:143.
- Huber-Eicher, B., and B. Wechsler. 1997. Feather pecking in domestic chicks: Its relation to dustbathing and foraging. *Anim. Behav.* 54:757–768.
- Huber-Eicher, B., and B. Wechsler. 1998. The effect of quality and availability of foraging materials on feather pecking in laying hen chicks. *Anim. Behav.* 55:861–873.
- Keppler, C., D. Moeller, and U. Knierim. 2014. Economic analysis of a management tool for the improvement of laying hen health on organic farms. Proceedings of the 6th International Conference on the Assessment of Animal Welfare at Farm and Group Level, L. Mounier, I. Veissier, Clermont-Ferrand, Page 71.
- Kjaer, J. B. 2009. Feather pecking in domestic fowl is genetically related to locomotor activity levels: Implications for a hyperactivity disorder model of feather pecking. *Behav. Genet.* 39: 564–570.
- Kjaer, J. B., and P. Sørensen. 2002. Feather pecking and cannibalism in free-range laying hens as affected by genotype, dietary level of methionine + cystine, light intensity during rearing and age at first access to the range area. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 76: 21–39.
- Landis, J. R., and G. G. Koch. 1977. The measurement of observer agreement for categorical data. *biometrics* 33:159–174.
- Leenstra, F., V. Maurer, F. Galea, M. Bestman, Z. Amsler-Kepalaite, J. Visscher, I. Vermeij, and M. van Krimpen. 2014. Laying hen performance in different production systems: Why do they differ and how to close the gap? Results of discussions with groups of farmers in The Netherlands, Switzerland and France, benchmarking and model calculations. *Eur. Poult. Sci.* 78:1–10.
- Lenz, A. 2015. Federpicken und Kannibalismus bei nicht-schnabelgekürzten Legehennen in Praxisbetrieben, Feather pecking and cannibalism amongst non-beak-trimmed laying hens on laying farms: Einfluss von Management und Haltung, influence of management and husbandry. Diss. Dr. med. vet., Ludwig-Maximilians-University Munich, Germany.
- Louton, H., S. M. Bergmann, E. Rauch, C. Liebers, S. Reese, M. H. Erhard, C. Hoeborn, and A. Schwarzer. 2017. Evaluation of welfare parameters in laying hens on the basis of a Bavarian survey. *Poult. Sci.* 96:3199–3213.
- Lugmair, A. 2009. Epidemiologische Untersuchungen zum Auftreten von Federpicken in alternativen Legehennenhaltungen Österreichs. PhD Diss. Univ. Vienna, Austria.
- LWK-Niedersachsen. 2016. Minimierung von Federpicken und Kannibalismus bei Legehennen mit intaktem Schnabel. Neue Wege für die Praxis: Managementleitfaden. New ways for practice: management guideline. Agricultural Chamber of Niedersachsen, Oldenburg, Germany. Accessed Jun. 2017. https://www.mud-tierschutz.de/fileadmin/SITE_MASTER/content/Dokumente/Downloads/Leitfaden_LH_Minimierung_Federpicken_Kannibalismus.2813MTD003-1.pdf.
- Niebuhr, K., K. Zaludik, B. Gruber, I. Thenmaier, A. Lugmair, R. Baumung, and J. Troxler. 2006. Untersuchungen zum Auftreten von Kannibalismus und Federpicken in alternativen Legehennenhaltungen in Österreich – Empfehlungen für die Praxis. in Online-Fachzeitschrift des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2006, Vienna, Austria.
- NMELV. 2017. Empfehlungen zur Verhinderung von Federpicken und Kannibalismus bei Jung- und Legehennen. Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection of Niedersachsen, Hannover, Germany. Accessed Jun. 2017. https://www.google.de/url?sa=t&rc=tj&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwj1loKQyPTUAhWibhQKHUVaAilQFggmMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ml.niedersachsen.de%2Fdownload%2F118043%2FEmpfehlungen_zur_Vermeidung_von_Federpicken_und_Kannibalismus_bei_Jung-_und_Legehennen_neu.2017.pdf&usq=AFQjCNHG.cmZUW5TOXxxJC8v8vjzqZQlww&cad=rja.
- Plattner, C. 2015. Verhalten nicht-schnabelgekürzter Legehennen in Boden- und Freilandhaltung mit Fokus auf das Pickverhalten, Behaviour of non-beak-trimmed laying hens in alternative housing systems with a special focus on the pecking behaviour. Diss. Dr. med. vet., Ludwig-Maximilians-University Munich, Germany.
- R Core Team. 2015. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Ramadan, S., and E. Von Borell. 2008. Role of loose feathers on the development of feather pecking in laying hens. *Br. Poult. Sci.* 49:250–256.
- Rodenburg, T., M. Van Krimpen, I. De Jong, E. De Haas, M. Kops, B. Riedstra, R. Nordquist, J. Wagenaar, M. Bestman, and C. Nicol. 2013. The prevention and control of feather pecking in laying hens: Identifying the underlying principles. *Worlds Poult. Sci. J.* 69:361–374.
- Sanotra, G., K. Vestergaard, J. Agger, and L. Lawson. 1995. The relative preferences for feathers, straw, wood-shavings and sand for dustbathing, pecking and scratching in domestic chicks. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 43:263–277.
- Savory, C. 1995. Feather pecking and cannibalism. *Worlds Poult. Sci. J.* 51:215–219.
- Savory, C. J., and J. S. Mann. 1997. Behavioural development in groups of pen-housed pullets in relation to genetic strain, age and food form. *Br. Poult. Sci.* 38:38–47. doi 10.1080/00071669708417938.
- Schwarzer, A., H. Louton, S. Bergmann, E. Rauch, and M. Erhard. 2015. Endbericht: Maßnahmen zur Verbesserung des Tier-schutzes bei Legehennen in Praxisbetrieben, Ludwig-Maximilians-University Munich, Germany.
- Spindler, B., M. Schulze Hillert, and J. Hartung. 2013. Abschlussbericht Praxisbegleitende Untersuchungen zur Prüfung des Verzichtes auf Schnabelkürzen bei Legehennen in Praxisbetrieben, TiHo, Hannover, Germany.
- Stadig, L. M., B. A. Ampe, S. Van Gansbeke, T. Van den Bogaert, E. D'Haenens, J. L. Heerkens, and F. A. Tuytens. 2015. Opinion of Belgian egg farmers on hen welfare and its relationship with housing type. *Animals* 6:1.
- Steenfeldt, S., J. B. Kjaer, and R. M. Engberg. 2007. Effect of feeding silages or carrots as supplements to laying hens on production performance, nutrient digestibility, gut structure, gut microflora and feather pecking behaviour. *Br. Poult. Sci.* 48: 454–468.
- Szczepanek, A. 2016. Untersuchungen zu Risikofaktoren für das Auftreten von Federpicken und Kannibalismus bei nicht-schnabelgekürzten Legehennen in Praxisbetrieben. Diss. Dr. med. vet., LMU Munich, Germany.
- Tauson, R., and S. Svensson. 1980. Influence of plumage conditions on the hen's feed requirement. *Swed. J. Agr. Res.* 10:35–39.
- Vestergaard, K. S., E. Skadhauge, and L. Lawson. 1997. The stress of not being able to perform dustbathing in laying hens. *Physiol. Behav.* 62:413–419.
- Zentralverband der deutschen Geflügelwirtschaft, e. V. 2015. Pressemitteilung: Verzicht auf das Schnabelkürzen: Geflügelwirtschaft unterzeichnet freiwillige Vereinbarung mit Bundeslandwirtschaftsminister Schmidt. Accessed: Jun. 2017. http://www.zdg-online.de/uploads/tx_userzdgdocs/Gefluegelwirtschaft_unterzeichnet_Vereinbarung_zum_Verzicht_auf_das_Schnabelkuerzen.pdf.

V. ERWEITERTE ERGEBNISSE

Über die in dem vorgestellten Manuskript publizierten Ergebnisse des prognostischen Programms (prognostic tool) hinaus wurden im Rahmen des vorliegenden Projektes weitere Fragestellungen bearbeitet, der Vergleich zweier Boniturvarianten, die Risikofaktorenanalyse und die Analyse von betriebsspezifischen Verbesserungsempfehlungen.

1. Deskriptive Ergebnisse zu dem Auftreten von Federpicken und Kannibalismus sowie den signifikanten Risikofaktoren

Ausgewählte Informationen zu den einzelnen 43 Herden der untersuchten 41 Betriebe sind in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Betriebsdaten zu den untersuchten 43 Herden der 41 Betriebe

(LB = Lohmann Brown, LSL = Lohmann Selected Leghorn, BB = Bovans Brown, DW = Dekalb White, KSR = Kaltscharraum, k.A. = keine Angabe; die Rundläufe der Futterkette pro Tag ist ein Durchschnitt aus Ein- und Ausstattungsuntersuchung; Herden 14.1, 14.2, 27, 28, 31.1 und 31.2 sind nicht in die Untersuchungen einbezogen worden)

Betrieb	Anzahl Hennen/m ² Stallgrundfläche	Anzahl Hennen/m ² nutzbare Fläche	Herdengröße	Legelinie	Haltungsform	cm Sitzstange pro Tier	Ø Umläufe der Futterkette	cm Futterplatz pro Tier
1	13	7,9	5050	LB + LSL	Freiland + KSR	16,5	6,5	5,5
2	8,3	6,1	4150	LB	Freiland + KSR	16,5	6	10,4
3	8,9	6,1	3528	LB	Freiland + KSR	17,0	5	10,2
4	15,7	8,9	5500	LB	Bodenhaltung	15,3	6	10,0
5	12,5	8,4	4750	LB	Freiland + KSR	11,4	8,5	10,3
6	9,6	7,1	2700	LB	Bodenhaltung	14,5	8,5	10,9
7	17,5	7,8	5142	BB	Freiland + KSR	14,7	7,5	12,2
8	11,5	5,9	225	LB	Mobilstall	19,6	5,5	14,2
9	8,4	6,1	1750	Lohmann Dual + LB	Bio + KSR	k.A.	6	9,1
10	11,2	11,2	3237	LB	Bodenhaltung	15,6	4	8,5
11	17,0	8,6	5896	LB	Bodenhaltung	17,6	6,5	13,2
12	12,3	8,9	4920	LB	Freilandhaltung + KSR	10,4	6	10,0
13	15,7	9,0	4737	LB	Bodenhaltung	13,4	6	10,4
15	5,4	5,4	199	LB	Bio + KSR	19,9	1	4,4
16	5,3	4,2	3000	LB Plus	Bio + KSR	18,2	7	10,4

Betrieb	Anzahl Hennen/m ² Stallgrundfläche	Anzahl Hennen/m ² nutzbare Fläche	Herdengröße	Legelinie	Haltungsform	cm Sitzstange pro Tier	Ø Umläufe der Futterkette	cm Futterplatz pro Tier
17	6,8	6,8	1600	LB + LSL	Bodenhaltung	19,1	10	6,8
18	18,8	8,8	425	LB	Bodenhaltung	10,2	4,5	10,2
19	6,0	4,6	2263	Lohmann Sandy	Bio + KSR	21,2	6,5	10,6
20	4,8	4,8	152	LB	Freilandhaltung + KSR	17,8	0,5	4,1
21	4,8	4,8	152	LB	Bodenhaltung + KSR	17,8	0,5	3,3
22.1	12,3	8,4	2400	LB	Freilandhaltung	19,3	6	11,0
22.2	14,0	9,8	2800	LSL	Freilandhaltung	15,0	6	8,6
23	6,9	6,9	990	LB	Bodenhaltung + KSR	15,8	7,5	7,1
24	5,2	5,2	400	LB	Bio + KSR	16,7	0	5,4
25	7,7	4,9	800	LB + LSL	Freilandhaltung + KSR	24,0	9	14,6
26	4,5	4,5	480	LB Extra	Freilandhaltung + KSR	18,6	7	9,8
29	13,4	9,8	700	LB	Freilandhaltung	16,3	5,5	12,3
30	12,6	9,3	3198	BB + DW	Bodenhaltung + KSR	13,1	6,5	8,5
32	12,1	7,8	3000	LB	Bodenhaltung + KSR	17,1	6	8,1
33	8,8	8,8	500	LSL	Freilandhaltung + KSR	15,7	7	9,7
34	7,1	7,1	470	LB + LSL	Bodenhaltung	9,5	1	4,6
35	17,8	8,8	6000	LB Extra	Freilandhaltung + KSR	18,6	5,5	10,5
36	5,5	4,6	2989	LB Plus	Bio + KSR	20,5	6,5	9,6
37	12,1	8,8	6000	LB	Bodenhaltung	14,9	6	9,9
38	8,6	8,6	1500	LB + LSL	Mobilstall	16,5	9,5	10,5

Betrieb	Anzahl Hennen/m ² Stallgrundfläche	Anzahl Hennen/m ² nutzbare Fläche	Herdengröße	Legelinie	Haltungsform	cm Sitzstange pro Tier	Ø Umläufe der Futterkette	cm Futterplatz pro Tier
39	11,9	8,0	1990	LB + LSL	Bodenhaltung + KSR	16,6	7	11,1
40	9,6	7,0	2500	LB + LSL	Bodenhaltung + KSR	18,2	5,5	12,2
41	7,5	7,5	1800	LB	Bodenhaltung + KSR	k.A.	8,5	10,1
42	9,9	8,3	2116	LB + LSL	Bodenhaltung + KSR	18,7	6,5	13,6
43	13,4	9,2	1500	LB + LSL	Bodenhaltung + KSR	18,5	7,5	8,7
44	5,2	3,9	3000	LB Plus	Bio + KSR	25,3	9,5	10,1
45.1	17,0	7,3	1233	BB	Bodenhaltung	15,8	6	10,5
45.2	17,3	7,3	2466	DW	Bodenhaltung	15,8	6	10,5

Deskriptive Auswertungen des Gefiederscores und des Auftretens von Kannibalismus aller Herden im Einstallungs-/Ausstellungsvergleich sind der Tabelle 5 und Tabelle 6 zu entnehmen. Ebenso sind hier deskriptive Ergebnisse der drei gefundenen signifikanten Risikofaktoren dargestellt.

Herden, die laut der Einteilung in dieser Studie kein Problem mit starkem Federpicken hatten, erreichten einen Gefiederscore von > 10 , Herden mit einem Problem mit starkem Federpicken entsprechend einen Gefiederscore von ≤ 10 (siehe Kapitel III.2.1).

Ein Problem mit Kannibalismus hatten Herden, in denen $\geq 10\%$ der untersuchten Tiere eine Verletzung von $> 0,5\text{ cm}$ zeigten (siehe Kapitel III.2.1).

Von den 43 untersuchten Herden waren elf (25,6 %) gemischte Herden, hier wurden zwei verschiedene Legelinien zusammen gehalten. Die anderen 32 bestanden aus nur einer Legelinie, 67,4 % waren Herden mit reinen Braunlegelinien, 9,3 % mit reinen Weißlegelinien.

Tabelle 5: Deskriptive Auswertung des Gefiederscores zur Ein- und Ausstellungsuntersuchung aller 43 Herden insgesamt und einzeln

Max: Maximum, Min: Minimum, MW: Mittelwert, n: Anzahl der Stichproben, SD: Standardabweichung, SEM: Standardfehler des Mittelwerts

Betrieb	Untersuchungszeitpunkt	n	MW	SEM	Median	SD	Varianz	Min	Max
1	Einstellung	50	13,78	0,15	14,00	1,06	1,11	12,00	15,00
	Ausstellung	50	11,90	0,21	12,00	1,50	2,26	9,00	15,00
2	Einstellung	50	14,16	0,14	15,00	1,02	1,04	12,00	15,00
	Ausstellung	50	9,02	0,28	9,00	1,99	3,94	4,00	12,00
3	Einstellung	50	14,86	0,05	15,00	0,35	0,12	14,00	15,00
	Ausstellung	50	11,12	0,23	11,00	1,64	2,68	9,00	15,00
4	Einstellung	50	14,62	0,08	15,00	0,57	0,32	13,00	15,00
	Ausstellung	50	10,6	0,20	10,00	1,43	2,04	8,00	14,00
5	Einstellung	50	14,28	0,10	14,00	0,73	0,53	13,00	15,00
	Ausstellung	50	9,70	0,18	10,00	1,25	1,56	8,00	13,00
6	Einstellung	50	14,14	0,11	14,00	0,78	0,61	12,00	15,00
	Ausstellung	50	11,76	0,23	12,00	1,65	2,72	8,00	14,00
7	Einstellung	50	14,54	0,09	15,00	0,61	0,38	13,00	15,00
	Ausstellung	50	10,64	0,18	11,00	1,24	1,54	8,00	15,00
8	Einstellung	20	14,20	0,19	14,00	0,83	0,70	12,00	15,00
	Ausstellung	20	13,10	0,28	13,00	1,25	1,57	10,00	15,00
9	Einstellung	50	14,94	0,03	15,00	0,24	0,06	14,00	15,00
	Ausstellung	50	12,84	0,18	13,00	1,30	1,69	9,00	15,00

Betrieb	Untersuchungszeitpunkt	n	MW	SEM	Median	SD	Varianz	Min	Max
10	Einstellung	50	14,92	0,04	15,00	0,27	0,08	14,00	15,00
	Ausstellung	50	8,86	0,33	9,00	2,30	5,31	3,00	15,00
11	Einstellung	50	14,50	0,09	15,00	0,65	0,42	13,00	15,00
	Ausstellung	50	8,66	0,29	9,00	2,02	4,07	4,00	13,00
12	Einstellung	50	14,00	0,05	14,00	0,35	0,12	13,00	15,00
	Ausstellung	50	9,98	0,27	10,00	1,92	3,69	6,00	15,00
13	Einstellung	50	13,96	0,05	14,00	0,35	0,12	13,00	15,00
	Ausstellung	50	8,96	0,30	9,00	2,09	4,37	5,00	15,00
15	Einstellung	20	14,60	0,15	15,00	0,68	0,46	13,00	15,00
	Ausstellung	20	12,55	0,17	12,00	0,76	0,58	12,00	14,00
16	Einstellung	50	15,00	0,00	15,00	0,00	0,00	15,00	15,00
	Ausstellung	50	12,50	0,17	12,00	1,18	1,40	10,00	15,00
17	Einstellung	50	14,80	0,06	15,00	0,40	0,16	14,00	15,00
	Ausstellung	50	10,56	0,25	10,00	1,74	3,03	7,00	14,00
18	Einstellung	50	14,06	0,11	14,00	0,77	0,59	13,00	15,00
	Ausstellung	50	9,46	0,25	9,00	1,74	3,03	5,00	14,00
19	Einstellung	50	14,82	0,06	15,00	0,39	0,15	14,00	15,00
	Ausstellung	50	13,48	0,12	13,00	0,81	0,66	11,00	15,00
20	Einstellung	20	14,65	0,11	15,00	0,49	0,24	14,00	15,00
	Ausstellung	20	11,10	0,28	11,00	1,25	1,57	10,00	15,00

Betrieb	Untersuchungszeitpunkt	n	MW	SEM	Median	SD	Varianz	Min	Max
21	Einstellung	20	14,70	0,13	15,00	0,57	0,33	13,00	15,00
	Ausstellung	20	8,75	0,71	10,00	3,19	10,20	3,00	15,00
22.1	Einstellung	50	14,22	0,11	14,00	0,76	0,58	13,00	15,00
	Ausstellung	50	10,46	0,31	10,00	2,20	4,83	3,00	15,00
22.2	Einstellung	50	13,50	0,11	13,00	0,76	0,58	13,00	15,00
	Ausstellung	50	9,48	0,28	10,00	1,96	3,85	5,00	14,00
23	Einstellung	50	14,62	0,08	15,00	0,53	0,28	13,00	15,00
	Ausstellung	50	10,12	0,22	10,00	1,52	2,31	6,00	14,00
24	Einstellung	20	14,85	0,11	15,00	0,49	0,24	13,00	15,00
	Ausstellung	20	12,15	0,23	12,00	1,04	1,08	10,00	14,00
25	Einstellung	50	14,24	0,11	14,00	0,74	0,55	13,00	15,00
	Ausstellung	50	12,12	0,21	12,00	1,51	2,27	9,00	15,00
26	Einstellung	20	14,95	0,05	15,00	0,22	0,05	14,00	15,00
	Ausstellung	20	10,15	0,22	10,00	0,99	0,98	9,00	12,00
29	Einstellung	50	14,74	0,07	15,00	0,49	0,24	13,00	15,00
	Ausstellung	50	11,76	0,25	12,00	1,79	3,21	5,00	15,00
30	Einstellung	50	14,84	0,05	15,00	0,37	0,14	14,00	15,00
	Ausstellung	50	10,12	0,26	10,00	1,83	3,33	7,00	14,00

Betrieb	Untersuchungszeitpunkt	n	MW	SEM	Median	SD	Varianz	Min	Max
32	Einstellung	50	13,92	0,10	14,00	0,70	0,48	13,00	15,00
	Ausstellung	50	10,50	0,36	11,00	2,55	6,50	5,00	15,00
33	Einstellung	20	14,15	0,15	14,00	0,67	0,45	13,00	15,00
	Ausstellung	20	11,35	0,17	11,00	0,75	0,56	10,00	13,00
34	Einstellung	30	14,83	0,07	15,00	0,38	0,14	14,00	15,00
	Ausstellung	30	8,87	0,32	9,00	1,76	3,09	5,00	12,00
35	Einstellung	50	13,80	0,10	14,00	0,67	0,45	13,00	15,00
	Ausstellung	50	11,18	0,21	11,00	1,47	2,15	7,00	15,00
36	Einstellung	50	14,86	0,05	15,00	0,35	0,12	14,00	15,00
	Ausstellung	50	12,16	0,10	12,00	0,68	0,46	11,00	14,00
37	Einstellung	50	14,62	0,08	15,00	0,57	0,32	13,00	15,00
	Ausstellung	50	8,24	0,34	8,00	2,38	5,66	3,00	14,00
38	Einstellung	50	14,74	0,07	15,00	0,49	0,24	13,00	15,00
	Ausstellung	50	11,96	0,14	12,00	0,97	0,94	9,00	14,00
39	Einstellung	50	14,46	0,10	15,00	0,68	0,46	13,00	15,00
	Ausstellung	50	11,18	0,27	11,00	1,89	3,58	6,00	14,00
40	Einstellung	50	14,22	0,10	14,00	0,71	0,50	13,00	15,00
	Ausstellung	50	11,26	0,20	12,00	1,40	1,95	6,00	14,00
41	Einstellung	50	13,66	0,10	14,00	0,72	0,52	12,00	15,00
	Ausstellung	50	9,52	0,40	10,00	2,82	7,97	3,00	15,00

Betrieb	Untersuchungszeitpunkt	n	MW	SEM	Median	SD	Varianz	Min	Max
42	Einstellung	50	13,84	0,12	14,00	0,82	0,67	12,00	15,00
	Ausstellung	50	10,42	0,37	11,00	2,60	6,74	3,00	15,00
43	Einstellung	50	13,44	0,10	13,00	0,68	0,46	12,00	15,00
	Ausstellung	50	10,98	0,31	12,00	2,17	4,71	3,00	15,00
44	Einstellung	50	14,96	0,03	15,00	0,20	0,04	14,00	15,00
	Ausstellung	50	12,80	0,17	12,00	1,21	1,47	10,00	15,00
45.1	Einstellung	50	13,94	0,11	14,00	0,77	0,59	13,00	15,00
	Ausstellung	50	8,34	0,29	8,00	2,06	4,23	4,00	13,00
45.2	Einstellung	50	14,74	0,06	15,00	0,44	0,20	14,00	15,00
	Ausstellung	50	7,08	0,36	7,00	2,52	6,36	3,00	12,00
Gesamt	Einstellung	1920	14,41	0,07	14,54	0,44	0,195	13,44	15,00
	Ausstellung	1920	10,65	0,23	10,60	1,50	2,25	7,08	13,48

Tabelle 6: Deskriptive Auswertung des Verletzungsscores zur Ein- und Ausstellungsuntersuchung, der Herdengröße, der Sitzstangenlänge/Tier (cm) und der Rundläufe der Futterkette pro Tag (Mittelwert aus Ein- und Ausstellungsuntersuchung) aller 43 Herden

Max: Maximum, Min: Minimum, MW: Mittelwert, n: Anzahl der Stichproben, SD: Standardabweichung, SEM: Standardfehler des Mittelwerts, FP: Federpicken (Gefiederscore ≤ 10), KA: Kannibalismus (≥ 10 % der Herde mit Verletzungen $> 0,5\text{cm}$)

	Problem	n	MW	SEM	Median	SD	Varianz	Min	Max
Verletzungsscore Einstellung	Gesamt	43	1,4	0,4	0,0	2,5	6,0	0,0	12,0
Verletzungsscore Ausstellung	Gesamt	43	14,0	2,1	12,0	13,8	191,0	0,0	53,3
Sitzstangen-länge/Tier (cm)	Gesamt	41	16,8	0,5	16,6	3,3	10,6	9,5	25,3
	kein FP	28	18,0	0,5	18,0	2,7	7,2	13,1	25,3
	FP	13	14,1	0,8	15	2,9	8,3	9,5	17,8
	kein KA	18	18,8	0,7	18,2	2,7	7,5	14,5	25,3
	KA	23	15,2	0,6	15,8	2,7	7,5	9,5	18,7
Herdengröße	Gesamt	43	2516,5	275,6	2400,0	1806,9	3264804,7	152,0	6000,0
	kein FP	29	2247,3	306,3	2116,0	1649,5	2720861,4	152,0	6000,0
	FP	14	3074	547,1	3019,0	2047,2	4191151,1	152,0	6000,0

	Problem	n	MW	SEM	Median	SD	Varianz	Min	Max
Rundläufe der Futterkette pro Tag	Gesamt	43	6,0	0,4	6,0	2,4	5,6	0,0	10,0
	kein FP	29	6,3	0,4	6,5	2,4	5,7	0,0	10,0
	FP	14	5,4	0,6	6,0	2,3	5,3	0,0	8,5

2. Visuelle Bonitur

Bei der vereinfachten Bonitur wurden die drei Kategorien zu einem visuellen Score zusammengefasst, indem sie mit ihrem zugeteilten Score multipliziert wurden:

Visueller Score (VS) =

$$1 \times \text{Kahlstellen} + 2 \times \text{Gefiederschäden} + 3 \times \text{intaktes Gefieder}$$

Als Beispiel konnten in einer Herde (als Durchschnitt aller drei Beobachtungsorte im Stall) 40 % mit intaktem Gefieder, 40 % mit Gefiederschäden und 20 % mit Kahlstellen gefunden werden. So ergibt sich folgende Formel:

$$VS = 1 \times 0,2 + 2 \times 0,4 + 3 \times 0,4$$

$$VS = 0,2 + 0,8 + 1,2$$

$$VS = 2,2$$

Hieraus ergibt sich als visueller Score ein Höchstwert, also die Bestnote, von 3,0 (100 % intaktes Gefieder) und eine schlechteste Note von 1,0 (100 % Kahlstellen).

In Abbildung 5 wird zunächst der Zusammenhang zwischen dem visuellen Score (VS) und dem Gefiederscore (GS) zum Zeitpunkt der Ein- und der Ausstellungsuntersuchung grafisch dargestellt.

Hierbei ist ein klarer linearer Zusammenhang zwischen den Ergebnissen des visuellen Scores und des Gefiederscores eines jeden Betriebs zu sehen, wobei der eine Ausstellungswert links oben vernachlässigt wird, da dieser offensichtlich ein Ausreißer aus dem klaren linearen Zusammenhang darstellt.

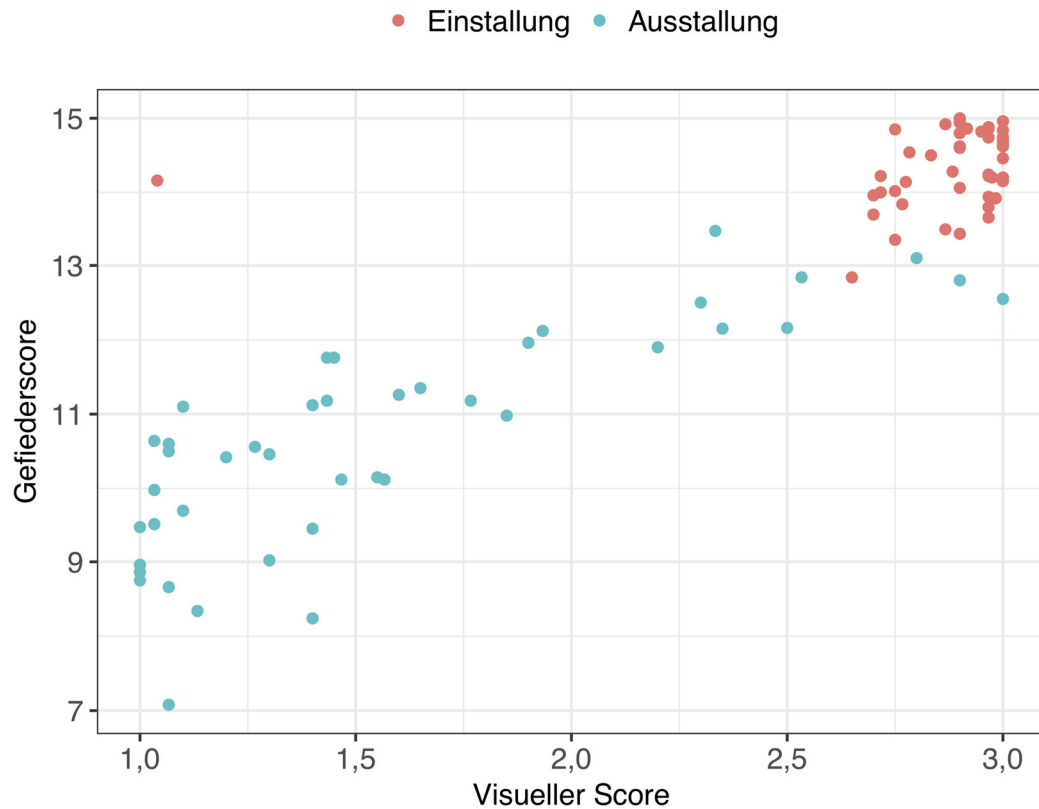


Abbildung 5: Verteilung der Betriebe nach ihrem visuellen Scores (x-Achse) und nach ihrem Gefiederscores (y-Achse) zum Zeitpunkt der Einstellung (rot) und der Ausstellung (blau)

Als statistische Analyse wird im Folgenden ein lineares Regressionsmodell als Prognosemodell angenommen und durch Kreuzvalidierung der Prognosefehler ermittelt, der den wahren Gefiederscore um 0,71 Punkte verfehlt.

Die entsprechenden Formeln für Ein- und Ausstellungsuntersuchung sind Folgende:

Einstellung: $GS = 7,704 + 2,296 * VS$

Ausstellung: $GS = 7,451 + 2,044 * VS$

Führt man nun zum Zeitpunkt der Einstellung die visuelle Gefiederbeurteilung durch und kommt durch die oben genannte Formel auf einen visuellen Score von beispielsweise 2,2 und setzt dieses Ergebnis in die Formel der Einstellungsuntersuchung ein, so ergibt sich ein Gefiederscore von 12,75 (als Beispiel).

Beispiel:

$$GS = 7,704 + 2,296 * 2,2$$

$$GS = 7,704 + 5,05$$

$$GS = 12,75$$

Da der tatsächliche/wahre Gefiederscore um 0,71 Punkte verfehlt wird, kann der Gefiederscore dieser Beispielherde in dem Bereich von 12,04 bis 13,46 liegen.

Wird der visuelle Score zum Zeitpunkt der Ausstellungsuntersuchung angewandt, ist die Methode analog, nur mit der Ausstellungsformel, durchzuführen.

3. Risikofaktorenanalyse

Analog zu den Untersuchungen und Ergebnissen bisheriger Studien (SCHWARZER et al., 2015; SZCZEPANEK, 2016) wurden mögliche Risikofaktoren hinsichtlich ihres Einflusses auf das Auftreten von Federpicken oder Kannibalismus in einer multivariaten Analyse untersucht.

In Tabelle 7 und Tabelle 8 sind deskriptive Ergebnisse der 34 erhobenen Risikofaktoren im Zusammenhang mit Federpicken bzw. 35 Risikofaktoren im Zusammenhang mit Kannibalismus dargestellt. Bei der Verhaltensstörung Kannibalismus kam der Risikofaktor „Beleuchtungsstärke im Nest“ hinzu.

Tabelle 7: Untersuchte metrische Faktoren der Risikofaktorenanalyse und dazugehörige Antworthäufigkeiten pro Faktor (n) und deskriptive Ergebnisse

Max: Maximum, Min: Minimum, MW: Mittelwert, n: Anzahl der Stichproben, SD: Standardabweichung, SEM: Standardfehler des Mittelwerts, EU: Einstellungsuntersuchung, AU: Ausstellungsuntersuchung

potentieller Risikofaktor	Einteilung	n	Min	Max	MW	SEM	SD	Varianz
Herdengröße	Metrisch	43	152,0	6000,0	2516,5	275,6	1806,9	3264804,7
Zeit pro Tag, die der Betreuer pro 1000 Legehennen im Stall verbringt (Mittelwert aus EU und AU)	Metrisch	42	5,8	800,0	67,1	21,4	138,7	19223,7
Wie oft läuft die Futterkette pro Tag? (Mittelwert aus EU und AU)	Metrisch	43	0,0	10,0	6,0	0,4	2,4	5,6
Anzahl an Legehennen pro angebotenen Beschäftigungsmaterial (Mittelwert von Ein- und Ausstallung)	Metrisch	42	0,0	6000,0	691,8	153,6	995,5	991061,9
Beleuchtungsstärke in Lux in der Einstreu und in der Ebene (Mittelwerte aller Messpunkte von Einstreu und Ebene im Stall zur Einstellungsuntersuchung)	Metrisch	43	0,3	374,1	45,5	12,8	84,1	7065,7

potentieller Risikofaktor	Einteilung	n	Min	Max	MW	SEM	SD	Varianz
Länge Futtertrogrseiten pro Tier in cm	Metrisch	43	3,3	14,6	9,6	0,4	2,6	6,9
Nestfläche pro 120 Tier in m ²	Metrisch	43	0,8	2,8	1,3	0,1	0,4	0,2
Länge Sitzstange pro Tier in cm	Metrisch	41	9,5	25,3	16,8	0,5	3,3	10,6
Anzahl an Rundgängen der Betreuers im Stall pro Tag (Mittelwert der Ein- und Ausstellungsuntersuchung)	Metrisch	43	1,0	5,0	2,7	0,2	1,1	1,2
prozentuale Abweichung des Durchschnittsgewichtes der Herde vom Sollgewicht der Zuchtfirma zum Zeitpunkt der Einstellungsuntersuchung	Metrisch	43	-16,5	13,0	-2,3	1,0	6,4	40,3
Uniformität der Herde bei Einstellung in %	Metrisch	43	0,6	0,9	0,8	0,0	0,1	0,0
Alter in Lebenswochen bei Einstellungsuntersuchung	Metrisch	43	17,7	26,1	19,8	0,2	1,3	1,7
Alter in Lebenswochen bei Ausstellungsuntersuchung	Metrisch	43	57,7	83,9	67,1	0,6	3,7	13,9
Beleuchtungsstärke in Lux im Nest (Mittelwerte aller Messpunkte im Nest der Einstellungsuntersuchung)	Metrisch	41	0,1	4,7	1,1	0,2	1,3	1,6

Tabelle 8: Untersuchte nicht metrische Faktoren der Risikoanalyse und dazugehörige Antworthäufigkeiten

Max: Maximum, Min: Minimum, MW: Mittelwert, n: Anzahl der Stichproben, SD: Standardabweichung, SEM: Standardfehler des Mittelwerts

potentieller Risikofaktor	Einteilung	n	Häufigkeit (%)
Wirtschaftsweise	Konventionell	43	34 (79,1)
	Ökologisch		9 (20,9)
Bodenhaltung oder Voliere?	Bodenhaltung	43	14 (32,6)
	Volierenhaltung		29 (67,4)
Kaltscharraum vorhanden	Kaltscharraum vorhanden	43	28 (65,1)
	kein Kaltscharraum vorhanden		15 (34,9)
Freiland vorhanden	Freiland vorhanden	43	24 (55,8)
	kein Freiland vorhanden		19 (44,3)
Gemischte Einstallung	Haltung einer Legelinie pro Stall bzw. Abteil	43	32 (74,5)
	Haltung von zwei Legelinien im Stall bzw. Abteil gemischt		11 (25,5)
Hähne im Betrieb vorhanden	Ja	43	11 (25,5)
	Nein		32 (74,5)
	Immer		37 (86)
Zugang zu Einstreu	temporär kein Zugang zu Einstreu	43	6 (14)

potentieller Risikofaktor	Einteilung	n	Häufigkeit (%)
temporär erhöhte Besatzdichte	Nie	43	18 (41,9)
	temporär erhöhte Besatzdichte		25 (58,1)
Management zum Zeitpunkt der Einstallung (herausfangen der Tiere ≥ 1 x pro Woche zur Tierkontrolle u/o Wiegungen; Dokumentation der Verluste; Dokumentation des Futterverbrauchs; Dokumentation des Wasserverbrauchs)	mindestens 2 Punkte erfüllt	43	31 (72,1)
	maximal 1 Punkt erfüllt		12 (27,9)
Nervosität	bei mindestens einem Besuch Auffliegen beobachtet	42	15 (35,7)
	kein Auffliegen beobachtet		27 (64,3)
Phasenwechsel	Ja	43	21 (48,8)
	Nein		22 (51,2)
Staubbad eingesetzt	Staubbad bei mindestens einem Besuch vorhanden	43	30 (69,8)
	bei keinem Besuch ein Staubbad vorhanden		13 (30,2)
Futterherstellung	Fertigfutter	43	26 (60,5)
	Selbstmischer		17 (39,5)
Krankheitsprobleme in diesem Durchgang?	Nein	43	25 (58,1)
	Ja		18 (41,9)

potentieller Risikofaktor	Einteilung	n	Häufigkeit (%)
Einstreubeschaffenheit zum Zeitpunkt der Einstallungsuntersuchung: (Scores: 0 = Completely dry and flaky, i.e. moves easily with the foot; 1 = Dry but not easy to move with foot; 2 = Leaves imprint of foot and will form a ball if compacted, but ball does not stay; 3 = Sticks to boots and sticks readily in a ball if compacted; 4 = Sticks to boots once the cap or compacted crust is broken)	Vorhanden bei beiden Besuchen und Beschaffenheit mindestens mäßig (bei ≥ 1 Besuch Score 2)	42	26 (61,9)
	Einstreu bei mindestens einem Besuch nicht vorhanden oder bei jedem Messpunkt Beschaffenheit mäßig (Score 2 oder 1 x Score 3)		16 (38,1)
Ammoniak in ppm (von den Mittelwerten von Ein- und Ausstellungsuntersuchung das schlechtere Ergebnis)	< 10 ppm	43	39 (90,7)
	≥ 10 ppm		4 (9,3)
Temperatur (von den Mittelwerten von Ein- und Ausstellungsuntersuchung das schlechtere Ergebnis)	10 - 30°C	43	32 (74,4)
	< 10°C und > 30°C		11 (25,6)
Tageslicht im Stall vorhanden	Ja	42	32 (76,2)
	Nein		10 (23,8)
Haben Umbaumaßnahmen stattgefunden?	Nein	43	26 (60,5)
	Ja		17 (39,5)
Probleme mit Federpicken/Kannibalismus in vorangegangenen Durchgang	Nein	43	13 (30,2)
	Ja		30 (69,8)
Luftfeuchtigkeit (von den Mittelwerten von Ein- und Ausstellungsuntersuchung das schlechtere Ergebnis)	55 – 75 %	42	31 (73,8)
	< 55 % und > 75 %		11 (26,2)

Im Folgenden sind die Ergebnisse der statistischen Analyse getrennt für die Verhaltensstörungen Federpicken und Kannibalismus beschrieben.

3.1. Federpicken

Bei der Analyse des Zusammenhangs zwischen Risikofaktoren und dem Auftreten von Federpicken wurden 34 Faktoren untersucht (Tabelle 7 und Tabelle 8). Alle Faktoren wurden als binäre oder numerische Größen erhoben.

Die Analyse der Einflussgröße der Risikofaktoren auf das Auftreten von Federpicken während einer Legeperiode wurde durch Odds Ratio (ORs) dargestellt. Ein OR größer als 1 bedeutet, dass die Chance, Federpicken zu beobachten, bei der entsprechenden Einflussgröße um den Faktor von OR erhöht ist. Ein OR kleiner 1 bedeutet dementsprechend, dass die Chance, Federpicken zu beobachten, verringert ist, nämlich um das $1 / \text{OR}$ -fache. Wenn für eine Einflussgröße ein signifikanter Effekt auftreten soll, dann darf das Intervall die 1 nicht berühren.

Die Abbildung 6 stellt die simultan untersuchten Risikofaktoren dar, um die Abhängigkeit untereinander mit einfließen zu lassen und so realistischere Schätzungen durchführen zu können.

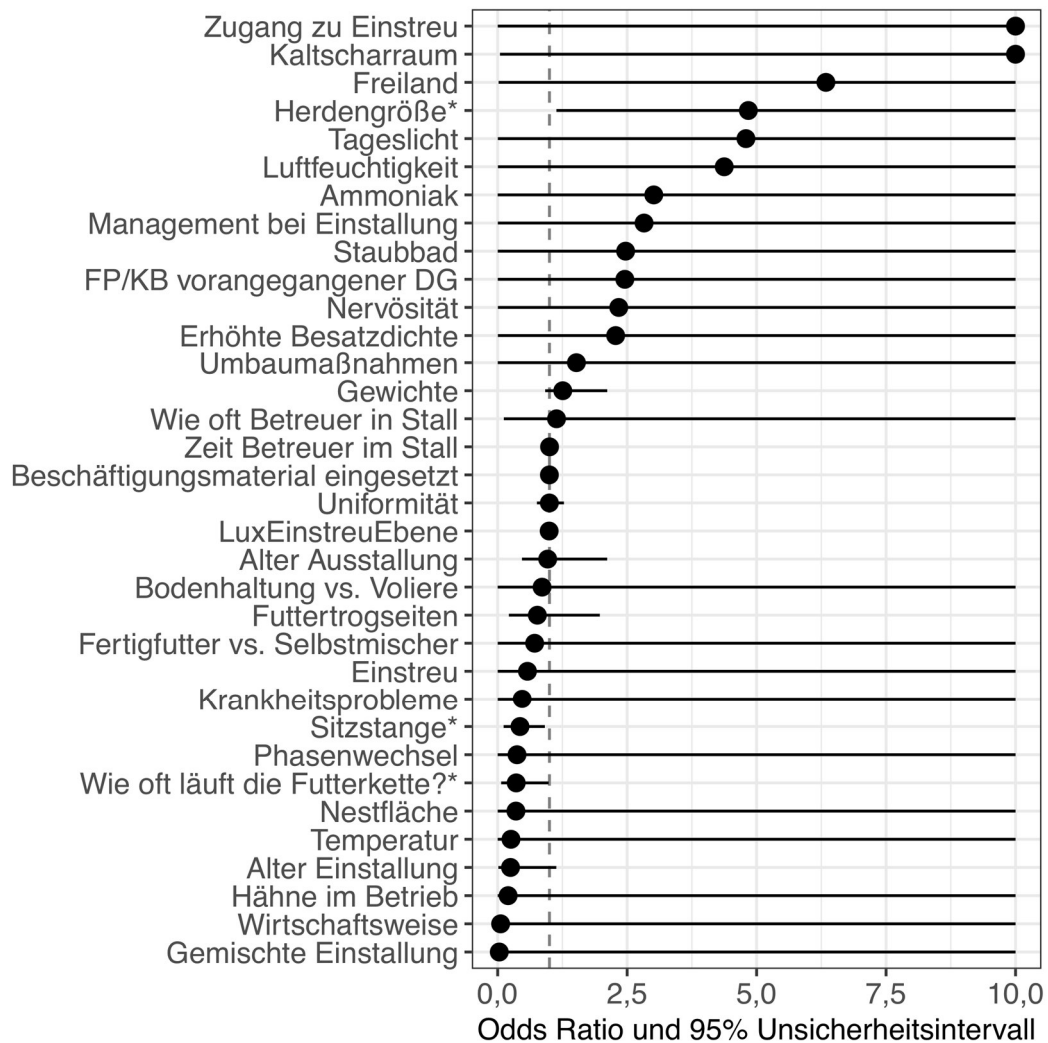


Abbildung 6: Zusammenhänge zwischen verschiedenen Einflussgrößen (y-Achse) und dem Auftreten von Federpicken.

Odds Ratio (OR) = Quotenverhältnis oder Risikoverhältnis, statistische Maßzahl, die die Stärke eines Zusammenhanges zwischen zwei Merkmalen beschreibt. $OR > 1$ = Chance auf Federpicken ist bei entsprechender Einflussgröße um den Faktor OR erhöht; $OR < 1$ = Chance auf Federpicken ist bei entsprechender Einflussgröße um das $1 / OR$ -fache verringert. Unsicherheitsintervall: Größe wird durch die Länge der Linie angegeben, Linie darf die 1 nicht berühren, wenn ein signifikanter Effekt vorliegen soll. *: Das Unsicherheitsintervall berührt die 1 nicht, es liegt also ein signifikanter Zusammenhang vor. Die Einflussgrößen „Herdengröße“, „Wie oft läuft die Futterkette?“ und „Sitzstange“ haben einen signifikanten Einfluss auf das Auftreten von Federpicken.

In Abbildung 6 kann man entsprechend der beschriebenen Interpretation der ORs drei signifikante Risikofaktoren (mit * markiert) erkennen, da das Intervall der

Herdengröße, der Sitzstange und der Häufigkeit, wie oft die Futterkette läuft, nicht die 1 berührt (Abbildung 6). Eine deskriptive Darstellung der Ergebnisse zu diesen drei Risikofaktoren ist in Tabelle 6 zu finden. Die Herdengröße wurde metrisch erhoben und der OR dieser Einflussgröße ist größer als 1, er beträgt $OR = 4,478$ (95 % KI: [1,116; 45,304]), was zeigt, dass bei einer wachsenden Herdengröße um 1000 Tiere die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Federpicken signifikant um den Wert des OR, ca. das 4 ½-fache (448 %), erhöht ist. Die Einflussgrößen „Wie oft läuft die Futterkette“ und „Länge Sitzstange pro Tier“ wurden ebenfalls metrisch erhoben und ihre ORs sind kleiner als 1, für die Länge der Sitzstange beträgt $OR = 0,447$ (95 % KI: [0,115; 0,913]) für die Umläufe der Futterkette $OR = 0,376$ (95 % KI: [0,071; 0,983]), weshalb diese mit zunehmenden Werten einen signifikant reduzierenden Einfluss auf das Ausbrechen von Federpicken haben. Dieser Einfluss lässt sich durch das 1/OR-fache definieren (Abbildung 6), bei Erhöhung der Länge der Sitzstange pro cm wäre dies um das 2,24-fache (224 %), ein häufigeres Laufenlassen der Futterkette (einmal pro Tag) reduziert das Auftreten von Federpicken um das 2,66-fache (266 %).

In Abbildung 7 sind die drei genannten signifikanten Risikofaktoren als Box Plots dargestellt.

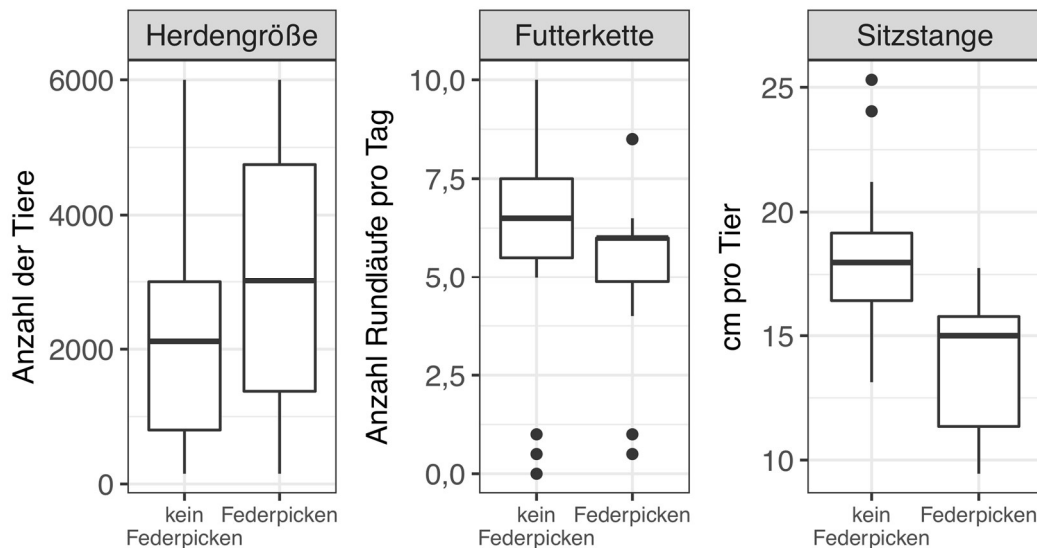


Abbildung 7: Einfluss bestimmter Risikofaktoren auf das Auftreten von Federpicken

Kein Federpicken: Gefiederscore ≥ 10 . Federpicken vorhanden: Gefiederscore < 10 .

In Betrieben, in denen im Laufe der Legeperiode kein Problem mit Federpicken aufgetreten ist, betrug die durchschnittliche Herdengröße 2247 Tiere, die durchschnittliche Herdengröße in Betrieben, in denen Federpicken aufgetreten ist, betrug 3074 Tiere. Die Futterkette lief in Herden ohne Probleme mit Federpicken durchschnittlich 6,3 Mal pro Tag und in Herden mit Federpickproblemen durchschnittlich 5,4 Mal pro Tag. Eine durchschnittliche Länge an Sitzstange pro Tier von 18,0 cm wurde in Betrieben ohne Probleme mit Federpicken gefunden, in Betrieben mit Problemen betrug diese nur 14,1 cm. Weitere deskriptive Ergebnisse sind der Tabelle 7 und Tabelle 8 zu entnehmen.

3.2. Kannibalismus

Bei dem Zusammenhang zwischen den Risikofaktoren und dem Auftreten von Kannibalismus wurden 35 Faktoren untersucht (Tabelle 7 und Tabelle 8). Hier kam

der Risikofaktor der Beleuchtungsintensität im Nest zum Zeitpunkt der Einnistung hinzu, da die Lichtintensität bei der Eiablage nur für die Entstehung von Kannibalismus eine Rolle spielt (NEWBERRY, 2004). Alle Faktoren wurden als binäre oder numerische Größen untersucht. Die Analysen wurden analog dem im Abschnitt statistische Auswertung beschriebenen Verfahren durchgeführt.

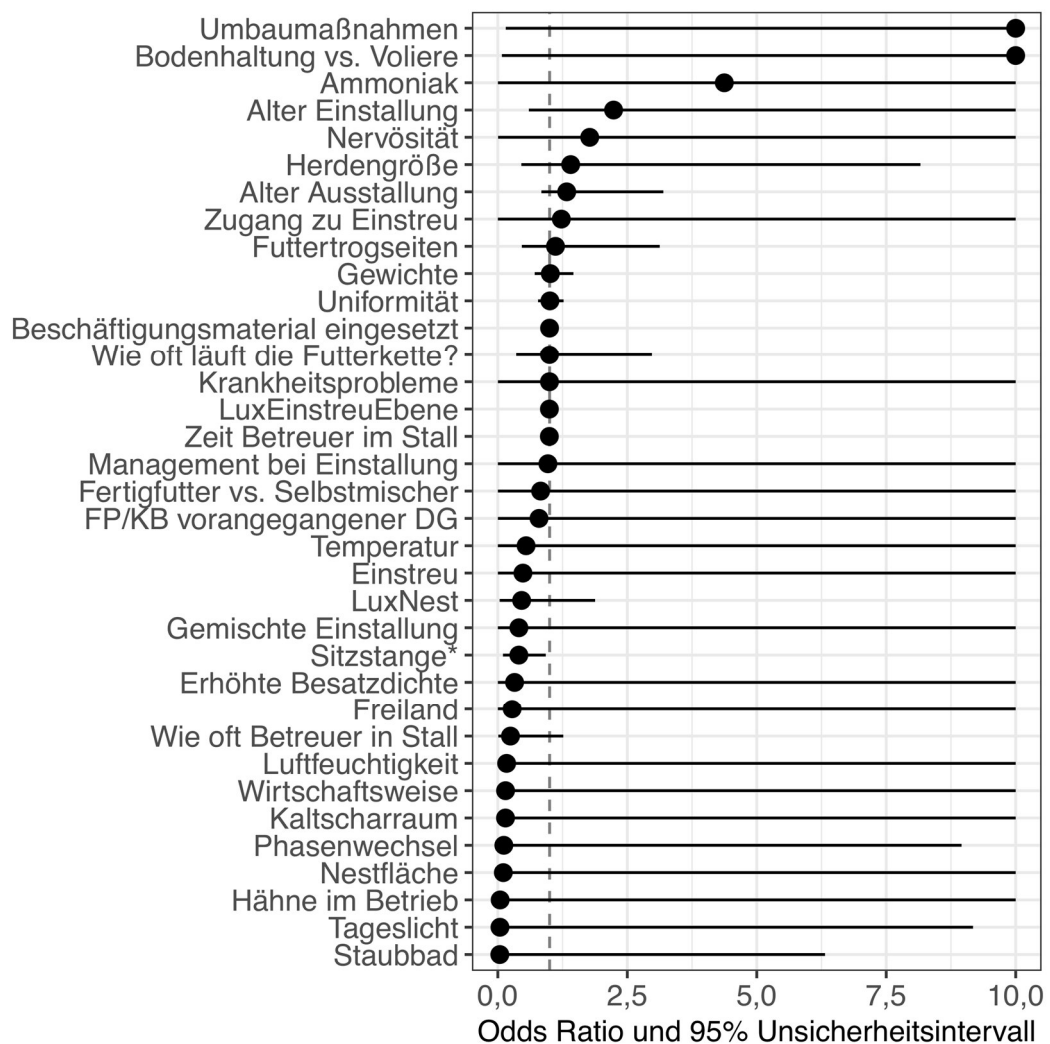


Abbildung 8: Zusammenhänge zwischen verschiedenen Einflussgrößen (y-Achse) und dem Auftreten von Kannibalismus.

Odds Ratio (OR) = Quotenverhältnis oder Risikoverhältnis, statistische Maßzahl, die die Stärke eines Zusammenhanges zwischen zwei Merkmalen beschreibt. $OR > 1$ = Chance auf Federpicken ist bei entsprechender Einflussgröße um den Faktor OR erhöht; $OR < 1$ = Chance auf Federpicken ist bei entsprechender Einflussgröße um das $1 / OR$ -fache verringert. Unsicherheitsintervall: Größe wird durch die Länge der Linie angegeben, Linie darf die 1 nicht berühren, wenn ein signifikanter Effekt vorliegen soll. *: Das Unsicherheitsintervall berührt die 1 nicht. Die Einflussgröße „Sitzstange“ hat einen signifikanten Einfluss auf das Auftreten von Kannibalismus

Bei den simultanen Analysen der Risikofaktoren auf ihren Einfluss auf das Ausbrechen von Kannibalismus konnte nur ein signifikanter Faktor ermittelt werden (Abbildung 8): die Länge der Sitzstange pro Tier (mit * markiert). Der OR beträgt für diesen Faktor 0,406 (95 % KI: [0,099; 0,93]). Dieser verringert bei höheren Werten (pro cm) die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Kannibalismus um das 2,46-fache (246 %). Die Darstellung dieses Risikofaktors mit Hilfe eines Box Plots findet sich in Abbildung 9.

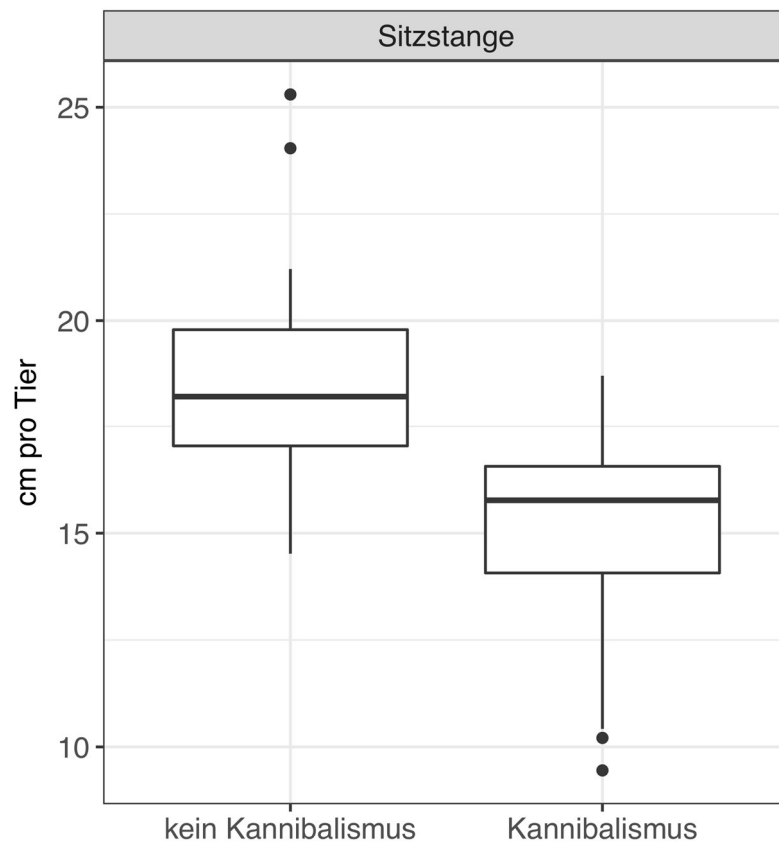


Abbildung 9: Einfluss des Risikofaktors „Sitzstangenlänge in cm pro Tier“ (y-Achse) auf das Auftreten von Kannibalismus.

Kein Kannibalismus (links): Verletzungsscore < 10 % der Tiere mit Verletzungen über 0,5 cm; Kannibalismus vorhanden (rechts): Verletzungsscore \geq 10 % der Tiere mit Verletzungen über 0,5 cm)

In Herden, die zum Zeitpunkt der Abschlussuntersuchung kein Problem mit Kannibalismus zeigten, wurde eine durchschnittliche Länge an Sitzstange pro Tier von 18,8 cm vorgefunden. Tiere in Herden mit Kannibalismusproblemen hatten durchschnittlich eine Sitzstange mit einer Länge von 15,2 cm zur Verfügung.

4. Betriebsspezifische Verbesserungsempfehlungen

Nach der Erstuntersuchung wurden basierend auf den gewonnenen Daten individuelle Empfehlungsschreiben pro Betrieb und Herde erstellt. Dabei wurden 258 Empfehlungen ausgesprochen, die in zehn Übergruppen eingeteilt wurden (Tabelle 9).

Tabelle 9: Übergruppen der ausgesprochenen Empfehlungen mit Angabe der numerischen und prozentualen Häufigkeit und den Einzelempfehlungen

	Übergruppe	Häufigkeit	%	Empfehlungen
1	Tier/Stallkontrolle	48	18,6	Mehrmals täglich verlegt Eier einsammeln
				Tierkontrolle und/oder Wiegungen durchführen
				Dokumentation Verluste/Todesursache
				Futterverbrauch wöchentlich dokumentieren
				Tiere bei Einstallung wiegen
2	Lichtmanagement	45	17,4	Möglichkeit zur veränderbaren Abdunkelung der Fenster schaffen
				Nester dunkler machen
				Beleuchtung über Scharraum/in den Ebenen/im Stall verbessern bzw. zusätzliche Leuchtmittel anbringen
				Lichtintensität langsam erhöhen
				im gesamten Stall dieselben Leuchtmittel verwenden
3	Beschäftigungsmanagement	43	16,7	Getreide im WG/Freiland/Stall streuen
				Beschäftigungsmaterial (im Wintergarten) anbieten/vermehrten/abwechsln/gleichmäßig verteilen
				Staubbad (im Wintergarten) anbieten
4	Einstreumanagement	37	14,3	strukturierte Einstreu von 1-2 cm anbieten
				häufiger Einstreuwechsel durchführen/Platten beseitigen
				häufiger Einstreu nachstreuen und gleichmäßig im Stall verteilen
5	Stallklimamanagement	35	13,6	Lüftungsklappen/Temperatur regulieren
				Ammoniakwerte senken bzw. Brantkalk über Kot streuen/Kotband häufiger laufen lassen

	Übergruppe	Häufigkeit	%	Empfehlungen
6	Besatzdichte verringern	23	8,9	Wintergarten und/oder Freiland früh zugänglich machen Scharraum (unter Voliere und Mittelgang) öffnen
7	Herdenmanagement	10	3,9	getrennt aufstallen/gemischte Herde trennen da zu wenig Hähne, diese aus Herde entfernen
8	bauliche Maßnahme	7	2,7	Einrichtung von Aufstieghilfen/Anflugbalkone zur obersten Ebene Gitterabdeckung unter/über Ebene entfernen Drahtnetze nach oben binden hervorstehende Nägel in Ebene entfernen kaputte Nestvorhänge erneuern
9	Fütterungsmanagement	5	1,9	Futterkette häufiger laufen lassen Leerfressen lassen
10	Gestaltung des Freiland	5	1,9	Futterkette der obersten Ebene als erstes laufen lassen bessere Gestaltung (Unterschlupfmöglichkeiten) des Freilandes
	GESAMT	258	100	

Empfehlungen in der Übergruppe Tier-/Stallkontrolle wurden dabei mit 48 Mal am häufigsten ausgesprochen, die Verbesserung des Fütterungsmanagements und der Gestaltung des Freilands wurden mit jeweils fünfmal am seltensten empfohlen. In Abbildung 10 ist die Umsetzung der jeweiligen Empfehlungen zum Zeitpunkt der Abschlussuntersuchung dargestellt, aufgeteilt in komplett erfüllt / teilweise erfüllt / gar nicht erfüllt / keine Angabe.

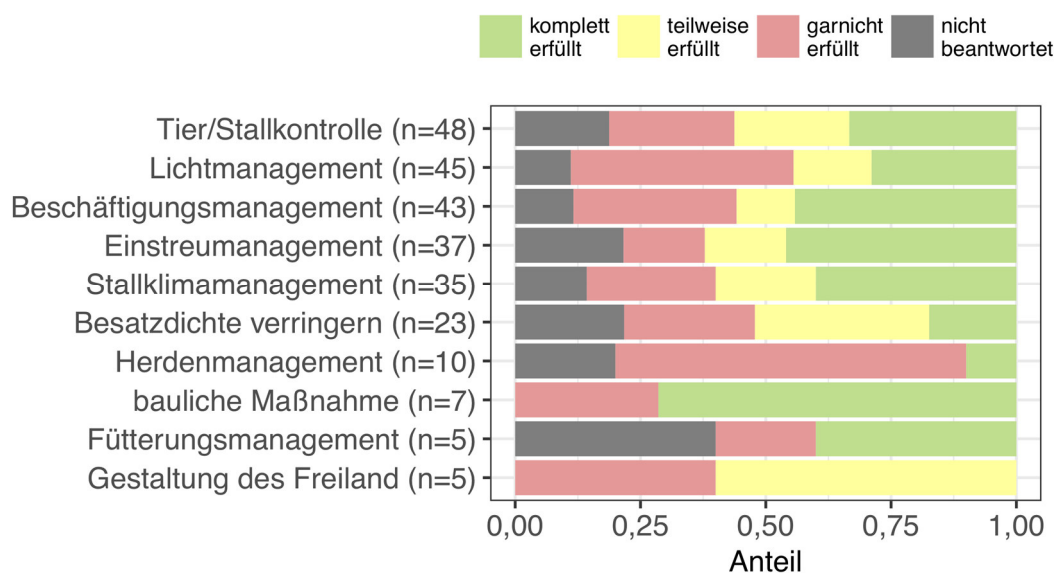


Abbildung 10: Anteil (x-Achse), wie oft die jeweilige Empfehlung der Übergruppen (y-Achse) komplett erfüllt, teilweise erfüllt, gar nicht erfüllt wurde bzw. keine Angabe hierzu ermittelt werden konnte

Die Verteilung ist hierbei immer auf die Häufigkeit der jeweiligen Übergruppe bezogen.

Bei der Beurteilung dieser Ergebnisse (die nicht beantworteten Empfehlungen wurden hier ausgeschlossen) fällt auf, dass bauliche Maßnahmen am häufigsten (71 %) komplett umgesetzt wurden. Hierbei wurde vor allem empfohlen Nestvorhänge zur Abdunklung der Nester anzubringen oder Gefahrenstellen für die Tiere bzw. Mitarbeiter zu minimieren (z.B. hervorstehende Nägel entfernen). Die nachfolgend am häufigsten komplett umgesetzten Empfehlungen gehören zu den Bereichen Fütterungsmanagement (67 %), Einstreumanagement (59 %) und

Beschäftigungsmanagement (50 %) und beinhalten z.B. das häufigere Durchlaufen der Futterkette, regelmäßig feuchte Platten aus der Einstreu entfernen oder das regelmäßige Nachlegen von abwechslungsreichem Beschäftigungsmaterial.

Betrachtet man hingegen die Bereiche, die am häufigsten komplett und teilweise erfüllt wurden, erhält man zusätzlich das Einstreumanagement (80 %), die Verbesserung des Stallklimamanagements mit 70 % und mit 69 % die Verbesserung der Tier-/Stallkontrolle.

Die Empfehlungen bezüglich der Verbesserung des Herdenmanagements wurden mit 12 % am seltensten komplett und teilweise umgesetzt.

Wenn man diesen Daten nun die Ergebnisse der Probleme Federpicken und Kannibalismus hinzufügt, ergeben sich die in Tabelle 10 dargestellten Konstellationen und Häufigkeiten.

Tabelle 10: Aufgetretene Varianten bei der Untersuchung der Empfehlungsumsetzung mit der jeweilig aufgetretenen Häufigkeit

FP = Federpicken; KA = Kannibalismus

Probleme mit FP/KA bei Einstellungsuntersuchung	Umsetzung der Empfehlungen	Probleme mit FP/KA bei Ausstellungsuntersuchung	Häufigkeit (%)
Nein	Nein	Nein	32 (14,7)
Nein	Nein	Ja	46 (21,2)
Nein	Ja	Nein	52 (24,0)
Nein	Ja	Ja	80 (36,9)
Ja	Nein	Ja	1 (0,5)
Ja	Ja	Ja	6 (2,7)
Ja	Ja	Nein	0 (0,0)
Ja	Nein	Nein	0 (0,0)
GESAMT			217 (100,0)

Die Analyse eines möglichen Zusammenhangs erfolgte hierbei direkt aus den sechs vorgefunden möglichen Konstellationen, da diese das Vorhandensein/Nicht-Vorhandensein von Federpicken/Kannibalismus schon beinhalten.

Bei dieser Analyse wird eine Größe betrachtet, die angibt, ob überhaupt eines der beiden Probleme beobachtet wurde, Federpicken und Kannibalismus werden hier also zusammengefasst betrachtet. Mit Hilfe eines logistischen Regressionsmodells wird der Einfluss der mindestens zum Teil umgesetzten Empfehlungen auf das Auftreten von einem der beiden Probleme untersucht und erneut als Odds Ratios (ORs) angegeben. Die Ergebnisse sind in Abbildung 11 grafisch dargestellt. Hier sieht man, dass alle Unsicherheitsintervalle den Wert 1 mit einschließen und folglich keine Einflussgröße einen signifikanten Effekt mit einem Signifikanzniveau von

0,05 erreicht.

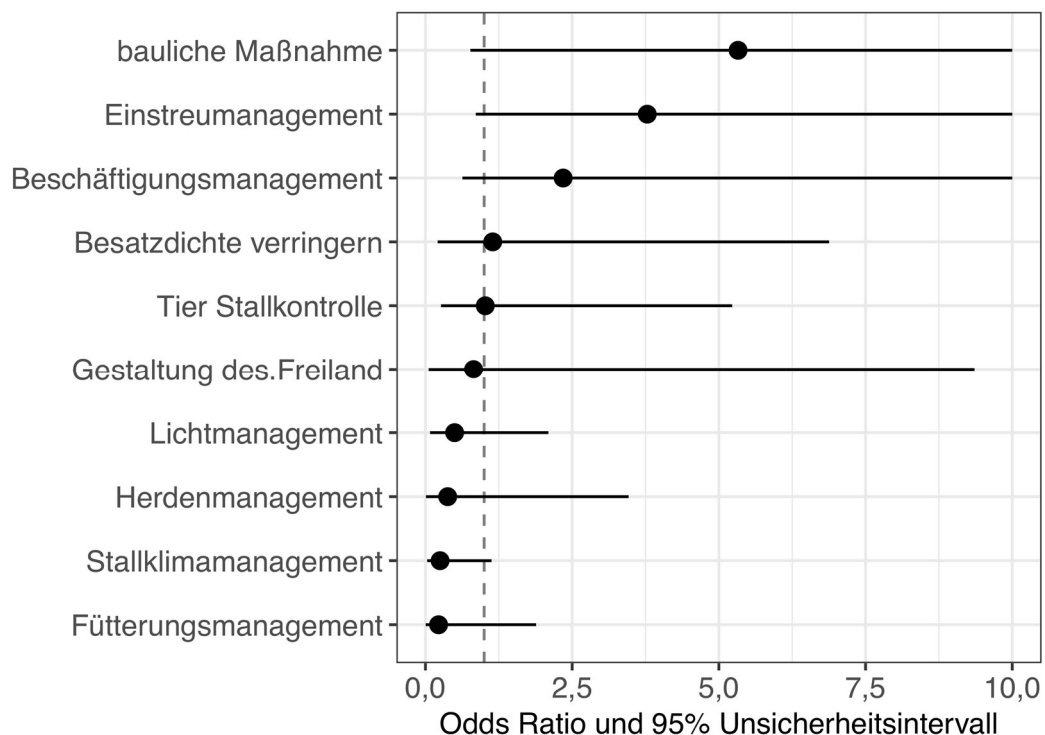


Abbildung 11: Zusammenhänge zwischen der teilweisen oder vollständigen Umsetzung von Empfehlungen (y-Achse) und dem Auftreten von einem der beiden Verhaltensstörungen, Federpicken oder Kannibalismus

Odds Ratio (OR) = Quotenverhältnis oder Risikoverhältnis, statistische Maßzahl, die die Stärke eines Zusammenhanges zwischen zwei Merkmalen beschreibt. $OR > 1$ = Die (teilweise) Umsetzung dieser Empfehlung erhöht die Chance auf Federpicken oder Kannibalismus um den Faktor OR; $OR < 1$ = Die (teilweise) Umsetzung dieser Empfehlung verringert die Chance auf Federpicken oder Kannibalismus um das $1/OR$ -fache. Unsicherheitsintervall: Größe wird durch die Länge der Linie angegeben, Linie darf die 1 nicht berühren, wenn ein signifikanter Effekt vorliegen soll.

Eine deskriptive Beschreibung der Ergebnisse ist jedoch möglich. Die (teilweise) Umsetzung der Empfehlungen zu baulichen Maßnahmen, Einstreumanagement und Beschäftigungsmanagement scheinen den stärksten Einfluss darauf zu haben, dass eines der beiden Probleme, Federpicken oder Kannibalismus, im Laufe einer Legeperiode auftreten, sie erhöhen also am stärksten die Auftretenswahrscheinlichkeit. Die (teilweise) umgesetzten Empfehlungen zu Fütterungsmanagement, Stallklimamanagement, Herdenmanagement und

Lichtmanagement scheinen das Auftreten der Probleme hingegen eher zu verringern, da ihre ORs < 1 sind.

Untersucht man nun den Einfluss der (teilweise) umgesetzten Empfehlungen auf das Auftreten von Federpicken oder Kannibalismus getrennt voneinander, so erreicht auch hier keine Einflussgröße ein signifikantes Ergebnis, jedoch haben rein deskriptiv dieselben Übergruppen an Empfehlungen einen ähnlichen positiven/negativen Einfluss auf das Auftreten von Federpicken/Kannibalismus wie schon oben (die Analyse der Auftrittswahrscheinlichkeit beider Probleme zusammen) beschrieben. Die Ergebnisse hierzu sind in Abbildung 12 dargestellt.

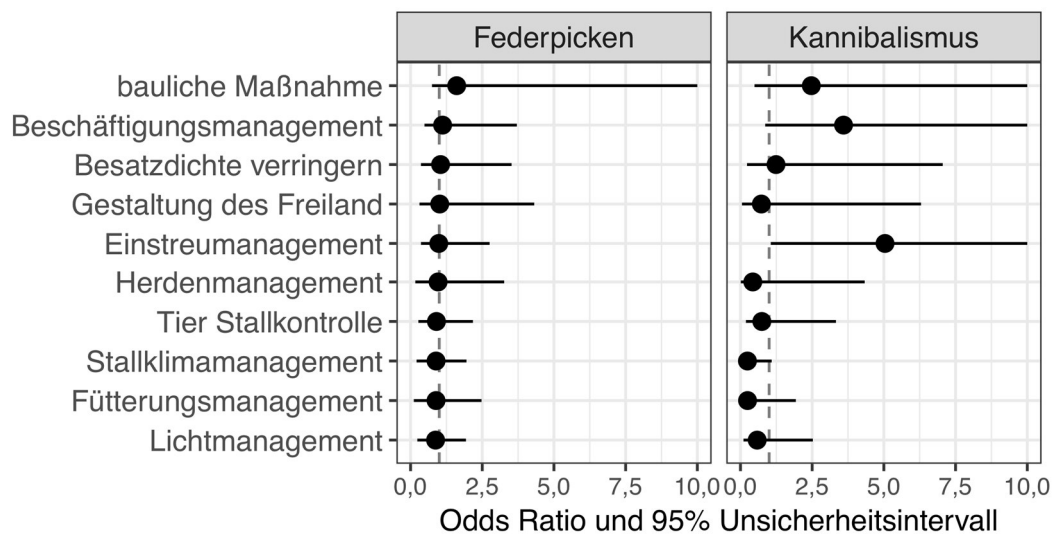


Abbildung 12: Zusammenhänge zwischen der zum Teil oder vollständigen Umsetzung von Empfehlungen (y-Achse) und dem Auftreten von entweder Federpicken (links) oder Kannibalismus (rechts).

Odds Ratio (OR) = Quotenverhältnis oder Risikoverhältnis, statistische Maßzahl, die die Stärke eines Zusammenhanges zwischen zwei Merkmalen beschreibt. $OR > 1$ = Die (teilweise) Umsetzung dieser Empfehlung erhöht die Chance auf Federpicken oder Kannibalismus um den Faktor OR; $OR < 1$ = Die (teilweise) Umsetzung dieser Empfehlung verringert die Chance auf Federpicken oder Kannibalismus um das $1/OR$ -fache. Unsicherheitsintervall: Größe wird durch die Länge der Linie angegeben, Linie darf die 1 nicht berühren, wenn ein signifikanter Effekt vorliegen soll. OR der (teilweise) umgesetzten Empfehlungen bezüglich dem Auftreten von Federpicken (links) und Kannibalismus (rechts).

VI. ERWEITERTE DISKUSSION

1. Visuelle Bonitur

Die Ergebnisse der visuellen Bonitur konnten ähnliche Ergebnisse wie die der ausführlichen Bonitur erzielen und bilden somit eine gute Möglichkeit bei überschaubarem Aufwand die ausführliche Gefiederbonitur ersetzen zu können. Vor allem bei den Eigenkontrollen des betreuenden Personals könnte diese schnelle Art der Gefiederbonitur als eventuell neuer Tierwohlintikator dienen und den Landwirten helfen, schnell und einfach eine Einschätzung des momentanen Gefiederzustandes ihrer Herde zu bekommen. Die Erhebung solch „tierbezogener Merkmale (Tierschutzindikatoren)“ (TIERSCHUTZGESETZ, 2006) ist „durch betriebliche Eigenkontrollen“ laut § 11 des TIERSCHUTZGESETZ (2006) vorgeschrieben und könnte mit Hilfe der hier vorgestellten visuellen Bonitur sehr einfach durchgeführt werden. Die visuelle Bonitur dient nämlich, im Gegensatz zu dem vorgestellten Prognosetool, zu einer Ermittlung des Ist-Zustands der Herde und nicht als Vorhersage.

Die visuelle Bonitur sollte jedoch auf keinen Fall das empfohlene regelmäßige in die Hand nehmen der Hennen ersetzen, da die visuelle Bonitur kein Kontrollsystem für eventuell vorhandenen Kannibalismus oder mögliche Krankheiten bietet. Mögliche Verletzungen, die zum Beispiel häufig in der Kloakenregion auftreten (ALLEN und PERRY, 1975; NEWBERRY, 2004), werden hierbei nicht erhoben und sollten zusätzlich untersucht werden. Außerdem sollte weiterhin ein regelmäßiges Wiegen stattfinden, welches ohne Fangen der Tiere nicht möglich ist. Dennoch bietet die visuelle Bonitur eine hervorragende und einfache Möglichkeit zur Tierkontrolle.

2. Risikofaktorenanalyse

Bei der simultanen Analyse der 34 Faktoren für das Problem Federpicken bzw. der 35 Faktoren für das Problem Kannibalismus, wurden drei Faktoren gefunden, die einen signifikanten Einfluss auf die Veränderung des Verhaltens einer nicht-schnabelkupierte Legehenne haben, die Herdengröße (Einfluss auf Federpicken), das Platzangebot pro Tier auf der Sitzstange (Einfluss auf Federpicken und Kannibalismus) und die Rundläufe der Futterkette pro Tag (Einfluss auf Federpicken).

2.1. Risikofaktor: Herdengröße

Der Einfluss der Herdengröße auf die Entwicklung von Verhaltensproblemen konnte schon in anderen Studien festgestellt werden. In der Studie von BILČÍK und KEELING (2000) wurden vier verschiedene Gruppengrößen untersucht: 15, 30, 60 und 120 Tiere, die alle in derselben Besatzdichte gehalten wurden, und die Pickanzahl gegen Artgenossen oder die Stalleinrichtung/auf den Boden wurden evaluiert. Federpicken konnte am häufigsten in der größten Herdengröße, 120 Tiere, festgestellt werden und auch aggressives Picken stieg bei steigender Herdengröße an. Jedoch sind die hier untersuchten Herdengrößen im Vergleich zu denen in der vorliegenden Studie verhältnismäßig klein und somit sind die Ergebnisse schwer zu vergleichen. Ebenso konnte NIEBUHR et al. (2006) in seinen „Untersuchungen zum Auftreten von Kannibalismus und Federpicken in alternativen Legehennenhaltungen in Österreich - Empfehlungen für die Praxis“ einen signifikanten Einfluss der Herdengröße auf das Verhalten von Legehennen feststellen. In seinen Untersuchungen führte eine niedrigere Herdengröße zu einer signifikant geringeren Wahrscheinlichkeit, dass Kannibalismus auftritt. Im

Zusammenhang mit Federpicken, zu dem in der hier vorgestellten Studie ein Zusammenhang hergestellt werden konnte, konnte er nichts feststellen. Wie aber in einigen Studien untersucht wurde, könnte zwischen dem Auftreten der Verhaltensstörung Federpicken und Kannibalismus ein Zusammenhang bestehen (BLOKHUIS und ARKES, 1984), indem eventuell das eine auf das andere folgt (SAVORY, 1995). Auch MCADIE und KEELING (2000) konnten feststellen, dass Verletzungen fast hauptsächlich dort zu finden sind, wo beschädigte Federn festgestellt werden konnten, weshalb auch sie einen Zusammenhang vermuten.

Die häufigere Entwicklung von Verhaltensstörungen bei einer größeren Herde könnte mit dem vermehrten Stress zusammenhängen, der durch häufigere Kämpfe um Ressourcen begründet ist. In unterschiedlich großen Herden kann gegenseitiges Bepicken auch als Normalverhalten beobachtet werden. Dies wird durch PAGEL und DAWKINS (1997) untersucht, sie evaluierten unterschiedliches Auftreten von Dominanzverhalten innerhalb verschiedener Herdengrößen und kamen zu dem Schluss, dass man hierbei verschiedene Varianten unterscheiden muss. In einer sehr großen Herde entsteht Stress eher durch Ressourcenmangel und die Legehennen konkurrieren um diese, wohingegen in kleineren Herden Rangkämpfe mit aggressivem Picken und Drohverhalten vorrangig sind (LINDBERG und NICOL, 1996). Da Rangkämpfe und aggressives Picken aber zum Normalverhalten gehören und nicht mit den in dieser Studie untersuchten Verhaltensstörungen verglichen werden können, bieten diese Studien keine Erklärung für den Risikofaktor Herdengröße.

Auf der anderen Seite können in einer größeren Herde eventuell häufiger Verhaltensstörungen auftreten, da es schwieriger für die betreuende Person ist, erste Anzeichen und einzelne auffällige Tiere zu erkennen. Bei einer größeren Gruppe kann man schneller den Überblick verlieren und es bedarf eines besseren

Managements (NIEBUHR et al., 2006).

2.2. Risikofaktor: Platzangebot auf der Sitzstange pro Tier

Um das Risiko für Federpicken und zeitgleich auch Kannibalismus senken zu können, empfiehlt es sich die Länge der Sitzstange pro Tier zu erhöhen. Bei den Analysen dieser Studie konnte festgestellt werden, dass je mehr Platz, gemessen in cm, einem Tier auf der Sitzstange zur Verfügung steht, desto geringer ist das Risiko für beide Verhaltensstörungen. Für Federpicken reduziert sich das Risiko um das 2,27-fache und für Kannibalismus um das 2,46-fache.

Laut der TIERSCHUTZ-NUTZTIERHALTUNGSVERORDNUNG (2006) sind 15 cm Sitzstange/Tier vorgeschrieben. Bei den Ergebnissen dieser Studie wurde jedoch festgestellt, dass das Risiko nicht nur bei Nichteinhalten der Verordnung (Herden mit Federpicken hatten im Durchschnitt 14,1 cm Sitzstange pro Tier), sondern auch bei einer sehr knappen Einhaltung der Verordnung erhöht ist (Herden mit Kannibalismus hatten im Durchschnitt 15,2 cm Sitzstange pro Tier). Der Durchschnitt der Herden ohne Verhaltensprobleme zeigte pro Tier wesentlich mehr cm Sitzstange (ohne Probleme mit Federpicken 18,0 cm; ohne Probleme mit Kannibalismus 18,8 cm). Es kann also davon ausgegangen werden, dass das Auftreten von Federpicken und Kannibalismus signifikant reduziert wird, je mehr Platz auf der Sitzstange angeboten wird.

In einer Studie von APPLEBY (1995) wurde schon festgestellt, dass Legehennen prinzipiell eher mehr Platz auf der Sitzstange bevorzugen. Hier wurden vier unterschiedliche Sitzstangenlängen untersucht, 12 cm/Tier (480 mm Länge), 13 cm/Tier (520 mm Länge), 14 cm/Tier (560 mm Länge) und 15 cm/Tier (600 mm Länge). Dabei wurden 24 Gruppen mit jeweils vier Hennen im Alter zwischen 18 und 72 Lebenswochen in unterschiedlich langen Käfigen miteinander

verglichen, alle übrigen Gegebenheiten waren identisch. So wurde herausgefunden, dass der Aufenthalt bei Nacht deutlich häufiger auf den längeren Sitzstangen (95% der Tiere schliefen auf den Sitzstangen) als auf den kürzeren (81 % der Tiere schliefen auf den Sitzstangen) stattfand. Tagsüber wurde von den Autoren kein Unterschied festgestellt. Ebenso konnten bei den Tieren der beiden Gruppen mit längeren Sitzstangen, im Vergleich zu den beiden mit kürzeren Sitzstangen, weniger Gefiederschäden festgestellt werden. Die Hennen mit mehr Platz auf der Sitzstange waren zusätzlich bei Annäherung und Handling durch einen Menschen wesentlich ruhiger. Die Gruppen mit nur 480 mm Länge zeigten außerdem eine geringere Produktionsrate, was mit dem geringeren Platz an der Futterkette in Verbindung gebracht wurde. Hieraus kann geschlossen werden, dass der Platz auf den Sitzstangen vor allem nachts eine große Bedeutung hat. Legehennen schlafen erhöht und nutzen die Sitzstangen als Rückzugs- und Ruheort (OLSSON und KEELING, 2002). In der Studie von PLATTNER (2015) wurde festgestellt, dass Legehennen im Bereich der Sitzstangen signifikant weniger Pickaktivität zeigen als im Bereich der Nester und des Scharraums. Ist die Möglichkeit des Rückzugs auf eine Sitzstange nicht gegeben, da der Platz zu gering ist, ist das Stresspotential erhöht und Hennen, die auf dem Boden sitzen oder stehen müssen, neigen besonders häufig dazu sich gegenseitig zu bepicken (WECHSLER und HUBER-EICHER, 1998).

Zusätzlich zu diesen Erkenntnissen und im Hinblick auf die vorgeschriebenen 15 cm/Tier sollte bedacht werden, dass in einem Stall manchmal nicht alle Sitzstangen genutzt werden, die angeboten werden. Manche Sitzstangen bleiben frei, weil sie eventuell von Zugluft betroffen sind, es dort zu kalt ist oder ähnliches. Außerdem konnte gezeigt werden, dass die durchschnittliche Körperbreite von Geflügel die gesetzlich vorgeschriebenen 15 cm auch übersteigen kann. Das

Bundesverfassungsgericht hat in seinem Urteil zur Legehennenhaltung 1999 (BUNDESVERFASSUNGSGERICHT, 1999) eine durchschnittliche Körperbreite bei Legehennen von 14,5 cm festgelegt. Von MARTIN et al. (2005) wurden jedoch mittelschwere Hybriden mit einer Körperbreite von 20 cm beschrieben. Deswegen sollten im Zusammenhang hiermit die vorgeschriebenen 15 cm Sitzstange/Tier diskutiert und eventuell weiter erhöht werden.

Dieser Risikofaktor ist der Einzige, der auch einen signifikanten Einfluss auf das Auftreten von Kannibalismus hat. Auch hier könnte vermutet werden, dass der Platz auf der Sitzstange als Rückzugsmöglichkeit fehlt (OLSSON und KEELING, 2002), gerade verletzte Tiere suchen diesen wahrscheinlich häufiger auf, aufgrund von Schmerzen und Schwäche, und finden wegen des Platzmangels keine Ruhe. Eine andere Ursache könnte sein, dass bei zu nah einander, angebrachten Sitzstangen, das heißt bei zu nah aneinander angebrachten, die Möglichkeit besteht die nächst höher sitzende Henne von einer weiter unten liegenden Sitzstange zu bepicken. Hierbei sind eher die weichen Körperteile wie Kloake und Bauch zu erreichen, und können sehr attraktiv wirken, vor allem wenn die Hennen auf der Sitzstange Eier legen und sich die feuchte Mukosa der Kloake ausstülpt (APPLEBY et al., 1992). In den Untersuchungen von BESTMAN et al. (2011) konnte festgestellt werden, dass diese Bereiche bei Kannibalismus am häufigsten betroffen sind.

2.3. Risikofaktor: Umläufe der Futterkette pro Tag

Bei den in dieser Studie untersuchten Herden wurde ein signifikanter Unterschied zwischen von starkem Federpicken betroffenen und nicht betroffenen Herden dabei festgestellt, wie oft die Futterkette pro Tag lief. Bei Herden mit Federpicken lief die Futterkette durchschnittlich 5,4-mal pro Tag, bei Herden ohne Federpicken hingegen 6,3-mal pro Tag. Hierbei senkte ein häufigerer Umlauf der Futterkette pro

Tag die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Federpicken signifikant um das 2,7-fache. Das häufigere Umlaufen der Futterkette pro Tag trägt also zu einer erheblichen Reduktion des Risikos für Federpicken bei, vermutlich, da alle Tiere gleichermaßen die Möglichkeit haben, ihre tägliche Futterration aufzunehmen (LWK-NIEDERSACHSEN, 2016). Hennen neigen nachweislich dazu bei ihrer Futteraufnahme zu selektieren (LWK-NIEDERSACHSEN, 2016), was bedeutet, dass ranghöhere Tiere bei nur geringer Umlauffrequenz der Futterkette die schmackhaften Bestandteile leer fressen und für die rangniedereren nur noch die weniger schmackhaften Bestandteile übrig bleiben. Dies kann zu Auseinanderwachsen und geringerer Uniformität der Herde führen (LWK-NIEDERSACHSEN, 2016). Eine ausgewogene Versorgung der kompletten Herde senkt wahrscheinlich das Stresslevel aller Hennen, da Ressourcenkämpfe vermieden werden und ein Auseinanderwachsen der Herde verhindert wird. Diesem kann durch häufigeres Umlaufen der Futterkette, auch als Blockfütterung (LWK-NIEDERSACHSEN, 2016), entgegen gewirkt werden, da bei wiederholtem Umlauf die ranghöheren Hennen kein Appetit mehr haben und alle Futterbestandteile nun den rangniedereren Hennen zur Verfügung stehen. Ein Entzug an Nahrung führt hingegen, vermutlich durch gesteigerte Frustration (DUNCAN und WOOD-GUSH, 1971), innerhalb von wenigen Tagen zu sofortiger gesteigerter Aggression und darauf folgendem gesteigerten Federpicken (WEBSTER, 2000). Zusätzlich sollte für die Aufnahme aller Futterbestandteile eine Leerfressphase durchgeführt werden, in der einmal täglich die Futterkette für längere Zeit still steht bis alle Bestandteile vollständig aufgegessen wurden (NMELV, 2017), da auch die weniger schmackhaften Bestandteile wichtige Futterinhaltsstoffe enthalten.

Für die Beurteilung der gerechten Ernährung für alle Tiere muss ebenso das Platzangebot pro Tier an den Futtertrogseiten betrachtet werden. Für diesen

untersuchten Risikofaktor kam in der vorliegenden Studie zwar kein signifikantes Ergebnis heraus, es sollte aber beachtet werden, dass die Betriebe aufgrund einer gesetzlichen Vorgabe von 10 cm Futtertrogseite/Tier sehr nah beieinander lagen (TIERSCHUTZ-NUTZTIERHALTUNGSVERORDNUNG, 2006). Durch eine zu geringe Varianz dieser Ergebnisse konnte keine aussagekräftige Statistik durchgeführt werden. Außerdem wurde, wie schon in Kapitel VI.2.2 beschrieben, festgestellt, dass die durchschnittliche Körperbreite einer Legehennen 10 cm überschreitet, was bedeutet, dass bei einer Länge von 10 cm/Tier an der Futterkette ein gleichzeitiges Fressen aller Tiere nicht möglich ist (BUNDESVERFASSUNGSGERICHT, 1999; MARTIN et al., 2005).

3. Betriebsspezifische Verbesserungsempfehlungen

Da bei der Analyse der ausgesprochenen Empfehlungen, durch ein logistisches Regressionsmodell, keine signifikanten Einflüsse auf den Ausbruch von Federpicken und Kannibalismus herausgefunden werden konnten, können hier nur deskriptive Ergebnisse diskutiert werden.

Die am häufigsten vollständig umgesetzte Empfehlung bezog sich auf die Verbesserung von baulichen Maßnahmen und wurde von 71 % der Landwirte, die diese Empfehlung erhalten haben, umgesetzt.

In dieser Gruppe muss man einerseits die Empfehlungen betrachten, die der Sicherheit von Legehennen und Mitarbeitern dienen, wie z.B. hervorstehende Nägel zu entfernen. Diese potentiellen Gefahren sind für jedermann offensichtlich und folglich für die Landwirte nachvollziehbare und dringend notwendige Arbeiten. Andererseits gehört zu dieser Empfehlungsgruppe die Beleuchtungsintensität in den Nestern, dies kann zum Beispiel durch das Anbringen

von schattenspendenden Nestvorhängen geschehen, um die Lichtintensität unter einem Lux zu halten (BESTMAN et al., 2011). Dies ist eine entscheidende Maßnahme, um das Risiko für den Ausbruch von Kannibalismus zu verringern (HUGHES und DUNCAN, 1972), auch wenn hierbei in dieser Studie keine signifikanten Ergebnisse erzielt wurden. So lässt sich zumindest die häufige Umsetzung dieser Empfehlung erklären, obwohl die Durchführung dieser Empfehlung mit dem größten Aufwand verbunden war. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass diese Empfehlungsgruppe insgesamt nur in sieben Herden empfohlen wurde, also verhältnismäßig selten vorkam.

Die Empfehlungen bezüglich der Veränderungen von baulichen Strukturen im Stall, scheinen den größten, wenn auch nicht signifikanten, positiven Einfluss auf den Ausbruch eines der beiden Probleme zu haben. Dies ist wahrscheinlich durch den hiermit verbundenen Stress begründet. Laut EL-LETHEY et al. (2000) kann jeder potentielle Stressfaktor ein Auslöser unnatürlichen Verhaltens sein. Die Durchführung einer baulichen Maßnahme im Stall, während einer laufenden Legeperiode, scheint durch zu viele fremde Einflüsse oder Geräuscheinflüsse und folgendem gesteigertem Stresslevel der Legehennen den Ausbruch von Federpicken und Kannibalismus eher zu verstärken (EL-LETHEY et al., 2000). Das Ziel dieser Umbauten, also zum Beispiel die Minimierung der Verletzungsgefahr der Legehennen, hat folglich geringere Einwirkungen auf das Wohl der Tiere und sollte insgesamt möglichst schon vor, oder bei Kleinigkeiten nach dem Durchgang, in der Serviceperiode, erledigt werden.

Auf der anderen Seite kann zwischen dem Auftreten von Federpicken und Kannibalismus und der Umsetzung von Empfehlungen bezüglich baulicher Maßnahmen eventuell kein Zusammenhang bestehen. Manche Faktoren, die, wie zum Beispiel „herausstehende Nägel“, unter die Übergruppe bauliche Maßnahme

fallen, haben eventuell auf das Auftreten von Federpicken und Kannibalismus keinen Einfluss und konnten so keine signifikanten Ergebnisse hervorbringen.

Auch die Empfehlungsbereiche Fütterung, Einstreu und Beschäftigungsmaterial wurden häufig von den Landwirten vollständig bzw. teilweise umgesetzt. Dies könnte dadurch erklärt werden, dass die einzelnen Empfehlungen in diesen Bereichen mit wenig Aufwand verbunden sind. Überraschend ist jedoch, dass die Umsetzung von Empfehlungen bezüglich des Einstreumanagements und des Beschäftigungsmanagements in unserer Analyse eher einen positiven Einfluss auf das Auftreten von Federpicken und Kannibalismus zu haben scheinen. In verschiedenen Studien wurde bisher eher das Gegenteil herausgefunden, das Angebot von manipulierbaren Materialien senkt die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Federpicken (HUBER-EICHER und WECHSLER, 1998; AERNI et al., 2000; CHOW und HOGAN, 2005; STEENFELDT et al., 2007). Hierzu gehören unter anderem Strohballen (AERNI et al., 2000) oder ein Staubbad (SANOTRA et al., 1995). VESTERGAARD und LISBORG (1993) und JOHNSEN und VESTERGAARD (1996) stellten eine eventuelle Fehlprägung auf ein bestimmtes Staubbadesubstrat fest, wodurch Staubbaden in der Prägungsphase mit Federpicken assoziiert werden könnte. Durch das Angebot dieser von Staubbadmaterialien kann Federpicken, welches als umgelenktes Futtersuchverhalten gesehen wird, reduziert werden (HUBER-EICHER und WECHSLER, 1998). Auch eine ausreichend trockene und veränderbare Einstreu dient dazu das Futtersuchverhalten der Legehennen zu befriedigen (EL-LETHEY et al., 2000) und Federpickverhalten zu reduzieren (AERNI et al., 2000) hierzu ist es notwendig in regelmäßigen Abständen feuchte Platten zu entfernen und trockene Einstreu nach zu streuen (NMELV, 2017).

In dieser Studie schienen Verbesserungen des Beschäftigungsmanagements und des

Einstreuemanagements während der laufenden Legeperiode eher einen verstärkenden Einfluss auf den Ausbruch von vor allem Kannibalismus zu haben. Eventuell könnte dies dadurch begründet sein, dass diese Hilfsmittel nicht ausreichend oder erst sehr spät angeboten wurden. Im Rahmen der Studie konnte nicht kontrolliert werden, ab wann, welche und wie viele Beschäftigungsmaterialien den Legehennen zur Verfügung gestellt wurden. Empfohlen wurde, wenn Bedarf bestand, es sobald wie möglich und abwechslungsreich anzubieten. Die Empfehlungen in vorliegender Studie erfolgten außerdem erst am Anfang der Legeperiode. BLOKHUIS und VAN DER HAAR (1992) und MCADIE und KEELING (2002) beschrieben, wie wichtig der Einsatz von Beschäftigungsmaterial schon in der Aufzucht ist, um Federpicken und Kannibalismus noch in der Legeperiode zu reduzieren. Andererseits kann durch neue interessante aber auch unbekannte Objekte ein Konkurrenzkampf ausgelöst werden, welcher das Stresslevel steigert und Unruhe in die Herde bringt (PAGEL und DAWKINS, 1997; EL-LETHEY et al., 2000). In der Studie von HUBER-EICHER und WECHSLER (1997) konnte ähnliches festgestellt werden. Die Bereitstellung eines Staubbades zu einem späteren Zeitpunkt, hier Tag zehn nach Testbeginn, im Vergleich zu einer Gruppe, die ein Staubbad seit Tag eins zur Verfügung hatte, zeigte eher verstärkt Probleme mit Federpicken. Durch dieses Ergebnis konnte ein Rückschluss darauf gezogen werden, dass gerade die ersten Lebenstage entscheidend für den Umgang der Legehennen mit solchen Materialien sind. Lernt das Küken in der Aufzucht bereits Sandbäder, Beschäftigungsmaterial und Einstreu kennen, ist die Nutzung dieser in der Legeperiode signifikant ausgeprägter und sollte somit so früh wie möglich angeboten werden (VESTERGAARD und LISBORG, 1993; HUBER-EICHER und WECHSLER, 1997).

Zusätzlich kann bei Legehennen, die einen vollständigen oder nur teilweisen Einstreuwechsel nicht gewöhnt sind, durch aufkommenden Lärm und unbekannte Bedingungen Stress aufkommen und so das Risiko für den Ausbruch von Federpicken und Kannibalismus erhöht werden.

Bisher gibt es noch keine Studienergebnisse, die eine bestimmte Anzahl an Beschäftigungsmaterialien pro Tier empfehlen können, lediglich das LWK-NIEDERSACHSEN (2016) hat Empfehlungen für Mengen an Beschäftigungsmaterialien veröffentlicht. Eventuell war die Anzahl an Beschäftigungsmaterial, die in dieser Studie zum Einsatz kam, noch zu gering, um das Stresslevel der Tiere, wie schon in anderen Studien beschrieben, zu senken. Ebenso könnten manche Landwirte fälschlich angenommen haben, dass die Beschäftigungsmaterialien erst nach Auftreten von Federpicken und Kannibalismus einzusetzen seien, was nachweislich meist schon zu spät ist, da die Tiere die Materialien kennen müssen (MCADIE et al., 2005).

Zudem wurde für die Beurteilung der Durchführung der Empfehlungen bezüglich der Einstreuqualität auf die subjektive Aussage der Landwirte selbst vertraut, was eventuell für die Vorbeugung von Federpicken und Kannibalismus nicht ausreichend war. In nachfolgenden Studien könnte entsprechend an einem anderen Kontrollsystem gearbeitet werden, um die Durchführung der Empfehlungen einheitlich und konsequent vergleichen zu können.

In der durchgeführten Statistik wurden Empfehlungsgruppen gefunden, die tendenziell nach Umsetzung dieser einen Ausbruch von Federpicken und Kannibalismus zu verhindern scheinen. Dabei hatten den meisten Einfluss die Empfehlungsgruppen Stallklimamanagement und Fütterungsmanagement. Auch diese Einflussgrößen erreichten kein Signifikanzniveau von 0,05, dennoch wurden

in anderen Studien schon ähnliche Ergebnisse zu den Auswirkungen von einem guten Stallklima auf das Verhalten von Legehennen gefunden. In der Studie von GREEN et al. (2000) wurde etwa herausgefunden, dass das Auftreten von Gefiederschäden häufiger auftritt je höher die Temperatur in dem Stall war. Dies kann einerseits so verstanden werden, dass hohe Temperaturen die Tiere stressen und sie Verhaltensanomalien zeigen, andererseits könnte die Körpertemperatur infolge ihrer Gefiederschäden abnehmen, wodurch die Temperatur im Stall ansteigt. Dass der bevorzugte Aufenthaltsort von Legehennen in einer ammoniakfreien Umgebung ist, wurde in der Studie von KRISTENSEN et al. (2000) gezeigt. Indirekt hat das Stallklima ebenso Einfluss auf die Verhaltensproblematiken, da sich zum Beispiel durch zu hohe Luftfeuchtigkeit die Einstreu verschlechtert (MÜLLER, 2003) oder durch zu niedrige Luftfeuchtigkeit die Staubbelastung im Stall steigt (LWK-NIEDERSACHSEN, 2016). In einer anderen Studie konnte ein direkter Zusammenhang zwischen Federpicken und Kannibalismus und erhöhter Lichtintensität gefunden werden (KJAER und VESTERGAARD, 1999). Dies spielt vor allem in den Nestern eine große Rolle (HUGHES und DUNCAN, 1972). Bei der Umsetzung des Herdenmanagements, z.B. durch die Trennung der Legelinien von gemischt gehaltenen Herden, schien zwar Federpicken und Kannibalismus in einem gewissen Maße verhindert zu werden, jedoch sind von diesen Empfehlungen nur 12 % vollständig oder teilweise umgesetzt worden.

Eine Erklärung dafür, dass keine signifikanten Ergebnisse erzielt wurden, könnte sein, dass die Stichprobengröße relativ gering war, vor allem der Anteil an durchgeführten Empfehlungen. Auch SPINDLER et al. (2013) konnten feststellen, dass die tatsächlichen Auswirkungen, die ausgesprochenen Empfehlungen oder

Hilfestellungen auf das Auftreten von Federpicken und Kannibalismus haben, sehr stark von der Mitarbeit und Initiative der Legehennenhalter abhängt.

VII. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Entwicklung eines Programms, dass das Auftreten von Federpicken und Kannibalismus im Laufe der Legeperiode einer Legehennen voraus sagen kann, ist neu auf diesem Gebiet und könnte die Vorbeugung der Verhaltensstörungen stark verbessern. Nicht nur die Bewertung der eigenen Herde und ein damit entstehender Rückschluss auf potentiell ausbrechende Verhaltensproblematiken, sondern auch die kritische Auseinandersetzung mit den vorherrschenden Bedingungen im eigenen Betrieb reduzieren Federpick- und Kannibalismusprobleme (NIEBUHR et al., 2006; WINDHORST, 2013). Die sehr gute prognostische Güte und einfache Handhabung des prognostischen Programms (prognostic tool), könnte in weiteren Studien bestätigt werden und durch Entwicklung einer entsprechenden Software tatsächliche Verwendung in der Praxis finden.

Die visuelle Bonitur stellt eine einfache Methode dar, um den Gefiederzustand der Legehennen zu beurteilen und könnte, verbunden mit weniger Stress für die Legehennen, da ein direkter Tierkontakt nicht mehr von Nöten ist, als Tierschutzindikator dienen.

Die drei signifikanten Risikofaktoren, die Herdengröße, die Häufigkeit der Umläufe der Futterkette pro Tag (beide haben einen Einfluss auf den Ausbruch von Federpicken) und die Länge auf der Sitzstange pro Tier (Einfluss auf den Ausbruch von Federpicken und Kannibalismus) könnten zukünftig helfen die Entstehung der Verhaltensstörungen besser zu verstehen und einen Anreiz bieten die gesetzlichen Vorgaben und das Management von Legehennen dementsprechend zu überdenken.

Bei den Untersuchungen zu dem Einfluss von betriebsspezifischen Empfehlungen auf eine Verbesserung des Wohls für Legehennen konnten keine signifikanten

Zusammenhänge gefunden werden. Hier bedarf es noch weiterer Forschung.

VIII. ZUSAMMENFASSUNG

Untersuchungen zur Prävention von und frühzeitigen Reaktion auf Federpicken und Kannibalismus bei Legehennen

Diese Studie wurde im Rahmen eines Forschungsprojektes, „Wissenschaftliche Beratung und Begleitung bayerischer Legehennenbetriebe bei der Haltung nicht-schnabelkupierter Legehennen im Hinblick auf Prävention von und frühzeitige Reaktion auf das Auftreten von Federpicken und Kannibalismus“ durchgeführt, um umfassende Daten sammeln und Einflüsse auf das Federpick- und kannibalistische Verhalten von nicht-schnabelkupierten Legehennen während einer Legeperiode analysieren zu können.

Im Rahmen des Projektes wurden durch Mitarbeiter der LMU München, mit Unterstützung von Geflügelfachberatern der Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Pfaffenhofen an der Ilm und Kitzingen, 43 Herden mit nicht-schnabelkupierten Legehennen aus 41 Betrieben untersucht.

Die Legehennen wurden zu zwei Zeitpunkten untersucht: sieben bis zehn Tage nach Einstellung (ca. 19. bis 20. Lebenswoche) und kurz vor der Schlachtung oder einer eingeleiteten Mauser (durchschnittlich 67. Lebenswoche). Insgesamt lief die Durchführung des Projektes über zwei Jahre, von Juli 2015 bis Mai 2017.

Zu beiden Untersuchungszeitpunkten wurden von den Untersuchern der LMU München ein Fragebogen in Zusammenarbeit mit dem Betriebsleiter ausgefüllt, ein Erhebungsbogen über die Gegebenheiten im Stall beantwortet, der Zustand der Legehennen durch eine ausführliche Einzeltieruntersuchung evaluiert und stallklimatische Messungen durchgeführt. Zusätzlich wurden aufgrund der bei der

Erstuntersuchung vorgefundenen Ergebnisse eine kurze Zusammenfassung erstellt und darauf basierend individuelle Empfehlungen zur Verbesserung der jeweiligen Haltung ausgesprochen.

Die Einzeltierbeurteilung beinhaltete die Bonitur von 50 Legehennen in Herden >500 Tiere und 20 Legehennen in Herden ≤ 500 Tieren; dabei wurden die Hennen auf Gefiederschäden in einem fünfstufigen Bewertungssystem an drei Körperregionen untersucht. Die Gesamtnote dieser drei Bereiche ergab den Gefiederscore. Eine Herde mit einem durchschnittlichen Gefiederscore von ≤ 10 wurde als Herde mit einem Problem mit starkem Federpicken definiert. Des Weiteren wurden die Legehennen an allen Körperregion (außer Kopf und Ständer) auf Verletzungen untersucht, hier wurde zwischen einer Größe von $\leq 0,5$ cm und $> 0,5$ cm Durchmesser unterschieden. Wenn $\geq 10\%$ der untersuchten Herde (Verletzungsscore) mindestens eine Verletzung $> 0,5$ cm hatte, wurde sie als eine Herde mit Kannibalismusproblemen eingestuft.

Bei beiden Besuchen wurde zusätzlich zu der ausführlichen Gefiederbonitur eine vereinfachte visuelle Gefiederbonitur durchgeführt, um die Übereinstimmung dieser beiden miteinander zu vergleichen. Bei der visuellen Gefiederbeurteilung wurden zufällig an drei Punkten im Stall zehn Legehennen makroskopisch auf Gefiederschäden untersucht, wobei ein direkter Kontakt mit den Tieren nicht notwendig war. Für die Ein- und Ausstellungsuntersuchung wurde jeweils eine Formel zur Berechnung des Gefiederscores mit Hilfe des ermittelten visuellen Scores erstellt, der den wahren Gefiederscore um 0,71 Punkte verfehlt. Diese visuelle Bonitur stellt eine gute und leicht durchführbare Alternative für die Erfassung des Gefiederzustands bei Legehennen da und könnte eventuell als Tierschutzindikator verwendet werden.

Aus den Daten der Einstellungsuntersuchung wurden 53 Faktoren in einem dreistufigen Benchmarking-System berechnet. Sie wurden zu einem prognostischen Score zusammengerechnet und mit dem Vorkommen von Federpicken (Gefiederscore) und Kannibalismus (Verletzungsscore) zum Zeitpunkt der Abschlussuntersuchung verglichen. Die Prognosegüte dieses prognostischen Programms wurde analysiert und ergab eine positive Korrelation. Da jedoch die prognostische Güte nicht zufriedenstellend war, wurden die 53 Faktoren auf 35 reduziert, diese wurden mit Hilfe einer Hauptkomponentenanalyse zu sechs (Federpicken) und sieben (Kannibalismus) Komponenten zusammengefasst, für die eine exzellente prognostische Güte erreicht werden konnte. Durch diese 35 Faktoren ist es möglich, eine Vorhersage über den möglichen Ausbruch von Federpicken und Kannibalismus während einer Legeperiode von Legehennen zu treffen.

In einer weiteren Untersuchung wurden einzelne Risikofaktoren auf ihren verstärkenden/reduzierenden Einfluss auf das Auftreten von Federpicken und Kannibalismus während einer Legeperiode bei nicht-schnabelkupierte Legehennen untersucht. Bei dieser multivariaten Faktorenanalyse wurden drei signifikante Faktoren gefunden, die einen Einfluss auf den Ausbruch von Federpicken hatten. Mit zunehmender Länge (cm) der Sitzstange pro Legehenne nahm die Chance für das Auftreten von Federpicken und von Kannibalismus signifikant ab. Häufigere Durchläufe der Futterkette pro Tag reduzierten das Auftreten von Federpicken. Der dritte signifikante Faktor, die Herdengröße, verstärkte bei steigender Anzahl an Tieren pro Herde die Wahrscheinlichkeit eines Ausbruches von Federpicken.

Abschließend wurde der Einfluss von nach der Erstuntersuchung ausgesprochenen individuellen Empfehlungen auf den Ausbruch von Federpicken und

Kannibalismus untersucht. Hierbei wurde unterschieden, ob die Empfehlungen teilweise/komplett oder nicht umgesetzt wurden. Auf Basis der vorliegenden Daten konnte kein signifikantes Ergebnis ermittelt werden.

Zusammenfassend erbrachten die Ergebnisse neue Erkenntnisse für die Haltung von nicht-schnabelkupierten Legehennen. Die drei gefundenen signifikanten Risikofaktoren, die Herdengröße, die Länge auf der Sitzstange pro Tier und der Häufigkeit der Umläufe der Futterkette pro Tag können zukünftig bei der Prävention von dem Auftreten von Federpicken und Kannibalismus beitragen. Die visuelle Bonitur stellt eine einfache Methode dar, um den Gefiederzustand der Legehennen zu beurteilen und könnte als Tierschutzindikator dienen. Das entwickelte prognostische Programm hilft den Legehennenhaltern die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Federpicken und Kannibalismus in ihrer Herde mit guter prognostischer Güte vorherzusagen und ihre Haltung und ihre Herde mittels Durchführung dieses Programms kritisch zu hinterfragen und zu verbessern.

IX. SUMMARY

Studies on the prevention of and early response to the occurrence of feather pecking and cannibalism in laying hens

The presented project was initiated to gather comprehensive data on the behavioral disorders feather pecking and cannibalism in non-beak trimmed laying hens. The project was executed as part of a bigger research project, "Scientific advice and support for Bavarian laying hen farms in the management of non-beak trimmed laying hens for the prevention of and early response to feather pecking and cannibalism". The participation of Bavarian agricultural businesses was based on a voluntary basis.

In the context of the project, 43 flocks with non-beak trimmed laying hens from 41 farms were examined by employees of the Ludwig-Maximilians University Munich, under support of poultry expert advisors of the Departments of Food, Agriculture and Forestry in Pfaffenhofen an der Ilm and Kitzingen. Investigation took place 7-10 days after the hens had been transferred to the laying barn facility and thus approximately in the 19th to 20th week of life, and a second time on average in the 67th week of life and thus shortly before slaughter or an initiated moult. Overall, the project ran for two years, from July 2015 to May 2017.

On each of the two visits, a questionnaire was compiled in cooperation with the farm manager, data on the conditions in the barn was collected, the condition of the chickens was evaluated by a single animal study on 50 chickens per flock, and climatic measurements were carried out. Based on the results obtained during the initial examination, a short summary of the gathered data and recommendations for

possible improvements were offered to the businesses.

The individual animal assessment included the assessment of 50 laying hens in flocks > 500 animals and 20 laying hens in flocks of ≤ 500 animals, in which the hens were examined for plumage damage in a five-step evaluation system on three body regions: the neck, back and wing coverts. The overall score of these three grades can then be summarized to the plumage score, where the highest is a 15 and the worst rating is a 3. A flock with an average plumage score of ≤ 10 was defined as a flock with a problem of strong feather pecking. Furthermore, the laying hens were examined for wounds at all body regions (except head and legs), here a distinction was made between a size of ≤ 0.5 cm and > 0.5 cm diameter. If ≥ 10 % of the laying hens studied had at least one injury > 0.5 cm, it was considered as a flock with cannibalism problems.

During both visits, in addition to the examination of the laying hens plumage and skin condition, a simplified visual plumage score was performed to compare the agreement of this visual plumage score and the plumage score, described before. In the visual plumage assessment, ten laying hens were randomly examined macroscopically for feathering damage at three locations in the barn, while it was not necessary to pick them up by hand. For each visit, a formula for calculating the plumage score was created with the help of the calculated visual score, which missed the true feather score by 0.71 points. This visual plumage score represents a very quick and easy to use alternative for the classification of the laying hen's plumage and could be used as an animal welfare indicator in future.

From the data of the first visit, 53 factors were selected and scored in a three-level benchmarking-system. They were summed to a prognostic score and compared to the existence of feather pecking (plumage score) as well as cannibalism (skin lesion score) at the time of the final examination. The prognostic quality of this prognostic

program was analyzed and showed a positive correlation between these. However, because the prognostic quality was unsatisfactory, the 53 factors were reduced to 35, which could be combined into six (feather pecking) and seven (cannibalism) components using a principal component analysis, thus achieving results of excellent prognostic quality. With these 35 factors it is possible to make a prediction about a possible outbreak of feather pecking and cannibalism during a laying period of laying hens.

As another aspect of the presented project, individual risk factors were examined for their reinforcing/reducing influence on the occurrence of feather pecking and cannibalism during laying in non-beak trimmed laying hens. By means of multivariate factor analysis, three significant factors were found that influence the outbreak of feather pecking. With increasing length (cm) of perch per laying hen, the chance of feather pecking and cannibalism decreased significantly. The same holds for the runs of the feeding chain per day: the more often the feed chain runs during the day, the less common was the appearance of feather pecking. The third significant factor, was flock size, which means that the likelihood of feather pecking outbreaks increased with increased number of animals per herd.

As a final analysis, the influence of individual recommendations after the initial investigation on the outbreak of feather pecking and cannibalism was examined. A distinction was made whether the recommendations were partially / completely or not implemented. No significant result could be determined in this analysis.

In summary, the findings provided new insights for the keeping of non-beak trimmed laying hens. The three significant risk factors found, group size, perch length per animal and frequency of feed chain turns per day, may help to prevent the occurrence of feather pecking and cannibalism in the future. The visual plumage score is a simple method of assessing the plumage of laying hens and could serve

as an animal welfare indicator. The developed prognostic program will help the farmers to predict the probability of feather pecking and cannibalism with good prognostic quality and to critically question and improve their own husbandry and flock through the implementation of this program.

X. ERWEITERTES LITERATURVERZEICHNIS

Achilles W (2002) Tiergerechte und umweltverträgliche Legehennenhaltung: BMVEL-Modellvorhaben. KTBL.

Aerni V, El-Lethey H, Wechsler B (2000) Effect of foraging material and food form on feather pecking in laying hens. *British Poultry Science*; 41: 16–21.

AL-MASHHADANI EH, BECK MM (1985) Effect of atmospheric ammonia on the surface ultrastructure of the lung and trachea of broiler chicks. *Poultry Science*; 64: 2056-61.

Albert A, Anderson JA (1984) "On the Existence of Maximum Likelihood Estimates in Logistic Regression Models". *Biometrika*. 71 (1–10).

Allen J, Perry G (1975) Feather pecking and cannibalism in a caged layer flock. *British Poultry Science*; 16: 441–51.

Appleby M, Smith S, Hughes B (1992) Individual perching behaviour of laying hens and its effects in cages. *British Poultry Science*; 33: 227-38.

Appleby M, Smith S, Hughes B (1993) Nesting, dust bathing and perching by laying hens in cages: effects of design on behaviour and welfare. *British Poultry Science*; 34: 835-47.

Appleby M (1995) Perch length in cages for medium hybrid laying hens. *British Poultry Science*; 36: 23-31.

Appleby M (2004) What causes crowding? Effects of space, facilities and group size on behaviour, with particular reference to furnished cages for hens. *Animal welfare*; 13: 313-20.

Bestman M, Wagenaar J-P (2003) Farm level factors associated with feather

pecking in organic laying hens. *Livestock Production Science*; 80: 133–40.

Bestman M, Ruis M, Heijmans J, van Middelkoop K (2011) *Hühnersignale: Praxisleitfaden für eine tiergerechte Hühnerhaltung*. Roodbont-Verlag. ISBN 978-90-8740-065-1.

Bestman M, Wagenaar J-P (2014) Health and welfare in Dutch organic laying hens. *Animals*; 4: 374-90.

Bilcik B, Keeling L (1999) Changes in feather condition in relation to feather pecking and aggressive behaviour in laying hens. *British Poultry Science*; 40: 444-51.

Bilčík B, Keeling LJ, Newberry RC (1998) Effect of group size on tonic immobility in laying hens. *Behavioural Processes*; 43: 53-9.

Bilčík B, Keeling LJ (2000) Relationship between feather pecking and ground pecking in laying hens and the effect of group size. *Applied animal behaviour science*; 68: 55-66.

Blokhuys H, Arkes J (1984) Some observations on the development of feather-pecking in poultry. *Applied animal behaviour science*; 12: 145–57.

Blokhuys H (1986) Feather-pecking in poultry: its relation with ground-pecking. *Applied animal behaviour science*; 16: 63–7.

Blokhuys H, Van der Haar J (1992) Effects of pecking incentives during rearing on feather pecking of laying hens. *British Poultry Science*; 33: 17-24.

Blokhuys HJ, Fiks Van Niekerk T, Bessei W, Elson A, Guémené D, Kjaer JB, Maria Levrino GA, Nicol CJ, Tauson R, Weeks CA, Van De Weerd HA (2007) The LayWel project: welfare implications of changes in production systems for laying hens. *Worlds Poultry Science Journal*; 63: 101–14.

Bundesverfassungsgericht (1999) In dem Verfahren über den Antrag festzustellen, daß die Verordnung zum Schutz von Legehennen bei Käfighaltung (Hennenhaltungsverordnung) vom 10. Dezember 1987 (BGBl I S. 2622) mit dem Grundgesetz unvereinbar und daher nichtig ist. http://www.bundesverfassungsgericht.de/entscheidungen/fs19990706_2bvf000390.html. Februar 2018.

Carpenter B, Gelman A, Hoffman MD, Lee D, Goodrich B, Betancourt M, Brubaker M, Guo J, Li P, Riddell A (2017) Stan: A Probabilistic Programming Language. *Journal of Statistical Software*; 76.

Chow A, Hogan JA (2005) The development of feather pecking in Burmese red junglefowl: the influence of early experience with exploratory-rich environments. *Applied animal behaviour science*; 93: 283–94.

Cloutier S, Newberry RC (2002) A note on aggression and cannibalism in laying hens following re-housing and re-grouping. *Applied animal behaviour science*; 76: 157-63.

Damme K, Hildebrand R (2002) *Geflügelhaltung*, Eugen Ulmer, Stuttgart. 9-10.

de Haas EN, Bolhuis JE, Kemp B, Groothuis TG, Rodenburg TB (2014) Parents and early life environment affect behavioral development of laying hen chickens. *PloS one*; 9: e90577.

Deaton J, Reece F, Lott B (1982) Effect of atmospheric ammonia on laying hen performance. *Poultry Science*; 61: 1815-7.

Dixon L, Duncan I, Mason G (2008) What's in a peck? Using fixed action pattern morphology to identify the motivational basis of abnormal feather-pecking behaviour. *Animal Behaviour*; 76: 1035–42.

Dixon LM, Duncan IJ (2010) Changes in substrate access did not affect early

feather-pecking behavior in two strains of laying hen chicks. *Journal of Applied Animal Welfare Science*; 13: 1-14.

Drake K, Donnelly C, Dawkins MS (2010) Influence of rearing and lay risk factors on propensity for feather damage in laying hens. *British Poultry Science*; 51: 725-33.

Duncan E, Appleby M, Hughes B (1992) Effect of perches in laying cages on welfare and production of hens. *British Poultry Science*; 33: 25-35.

Duncan I, Wood-Gush D (1971) Frustration and aggression in the domestic fowl. *Animal Behaviour*; 19: 500-4.

El-Lethey H, Aerni V, Jungi T, Wechsler B (2000) Stress and feather pecking in laying hens in relation to housing conditions. *British Poultry Science*; 41: 22–8.

EUROPARATSEMPFEHLUNGEN (1995) Empfehlungen in Bezug auf Haushühner der Art *Gallus Gallus*, Europaratsempfehlungen des Ständigen Ausschusses, Europäisches Übereinkommen zum Schutz von Tieren in landwirtschaftlichen Tierhaltungen, angenommen vom Ständigen Ausschluß am 28. November 1995 auf seiner 30. Sitzung.

FÖLSCH DW, HOFFMANN R (1999) Artgemäße Hühnerhaltung (4 ed.). Libri Books on Demand. ISBN 3-92-6104-79-1.

Gentle M, Hunter L (1991) Physiological and behavioural responses associated with feather removal in *Gallus gallus* var *domesticus*. *Research in veterinary science*; 50: 95-101.

Gilani A-M, Knowles TG, Nicol CJ (2013) The effect of rearing environment on feather pecking in young and adult laying hens. *Applied animal behaviour science*; 148: 54–63.

Green LE, Lewis K, Kimpton A, Nicol CJ (2000) Cross-sectional study of the prevalence of feather pecking in laying hens in alternative systems and its association with management and disease. *Veterinary Record* 147:233–238.

Gruber KN-KZ-B, Baumung IT-AL-R, Troxler J (2006) Untersuchungen zum Auftreten von Kannibalismus und Federpicken in alternativen Legehennenhaltungen in Österreich-Empfehlungen für die Praxis.

Gunnarsson S (1999) Effect of rearing factors on the prevalence of floor eggs, cloacal cannibalism and feather pecking in commercial flocks of loose housed laying hens. *British Poultry Science*; 40: 12-8.

Gunnarsson S (2000) Laying hens in loose housing systems: clinical, ethological and epidemiological aspects. Diss. med. vet. PhD thesis, Sveriges Lantbruksuniversitet (Swedish University of Agricultural Sciences).

Hansen I, Braastad B (1994) Effect of rearing density on pecking behaviour and plumage condition of laying hens in two types of aviary. *Applied animal behaviour science*; 40: 263-72.

Hartcher KM, Tran MK, Wilkinson SJ, Hemsworth PH, Thomson PC, Cronin GM (2015) Plumage damage in free-range laying hens: behavioural characteristics in the rearing period and the effects of environmental enrichment and beak-trimming. *Applied animal behaviour science*; 164: 64–72.

Hartini S, Choct M, Hinch G, Kocher A, Nolan J (2002) Effects of light intensity during rearing and beak trimming and dietary fiber sources on mortality, egg production, and performance of ISA brown laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*; 11: 104-10.

Hinz T, Winter T, Linke S (2010) Luftfremde Stoffe in und aus verschiedenen Haltungssystemen für Legehennen–Teil 1: Ammoniak, *Landbauforsch.* 139-50.

Huber-Eicher B, Wechsler B (1997) Feather pecking in domestic chicks: its relation to dustbathing and foraging. *Animal Behaviour*; 54: 757–68.

Huber-Eicher B, Wechsler B (1998) The effect of quality and availability of foraging materials on feather pecking in laying hen chicks. *Animal Behaviour*; 55: 861–73.

Huber-Eicher B, Audigé L (1999) Analysis of risk factors for the occurrence of feather pecking in laying hen growers. *British Poultry Science*; 40: 599-604.

Huber-Eicher B, Sebö F (2001) The prevalence of feather pecking and development in commercial flocks of laying hens. *Applied animal behaviour science*; 74: 223-31.

Hughes B, Duncan I (1972) The influence of strain and environmental factors upon feather pecking and cannibalism in fowls. *British Poultry Science*; 13: 525-47.

Ingram J, Matthews L (2000) Hands-on and hands-off measurement of stress, CABI Publishing, Wallingford, UK. 123-46.

Johnsen PF, Vestergaard KS (1996) Dustbathing and pecking behaviour in chicks from a high and a low feather pecking line of laying hens. *Applied animal behaviour science*; 49: 237–46.

Johnsen PF, Vestergaard KS, Nørgaard-Nielsen G (1998) Influence of early rearing conditions on the development of feather pecking and cannibalism in domestic fowl. *Applied animal behaviour science*; 60: 25-41.

Jones EK, Wathes CM, Webster AJF (2005) Avoidance of atmospheric ammonia by domestic fowl and the effect of early experience. *Applied animal behaviour science*; 90: 293-308.

Kaesberg A, Louton H, Erhard M, Schmidt P, Zepp M, Helmer F, Schwarzer A

(2017) Development of a prognostic tool for the occurrence of feather pecking and cannibalism in laying hens. *Poultry Science*.

Kang HK, Park SB, Kim SH, Kim CH (2016) Effects of stock density on the laying performance, blood parameter, corticosterone, litter quality, gas emission and bone mineral density of laying hens in floor pens. *Poultry Science*; 95: 2764-70.

Keeling L, Estevez I, Newberry R, Correia M (2003) Production-related traits of layers reared in different sized flocks: the concept of problematic intermediate group sizes. *Poultry Science*; 82: 1393-6.

Keeling LJ (1994) Feather pecking-who in the group does it, how often and under what circumstances. *Proceedings of the 9th European Poultry Conference*. 288-9.

Keppler C (2003) Das Auftreten von Federpicken kann vermieden werden. *DGS* (27): 19-24.

Keppler C, Staack M, Pinent T, Knierim U (2010) Grünauslauf für ökologisch aufgezogene Junghennen.

Kjaer J (2004) Effects of stocking density and group size on the condition of the skin and feathers of pheasant chicks. *The Veterinary Record*; 154: 556-8.

Kjaer JB, Vestergaard K (1999) Development of feather pecking in relation to light intensity. *Applied animal behaviour science*; 62: 243–54.

Kjaer JB, Sørensen P (2002) Feather pecking and cannibalism in free-range laying hens as affected by genotype, dietary level of methionine + cystine, light intensity during rearing and age at first access to the range area. *Applied animal behaviour science*; 76: 21–39.

Knierim U, Andersson R, Keppler C, Petermann S, Rauch E, Spindler B, Zapf R (2016) Tierschutzindikatoren: Leitfaden für die Praxis – Geflügel; Vorschläge für

die Produktionsrichtungen Jung- und Legehennen, Masthuhn, Mastpute. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt.

Kristensen HH, Burgess LR, Demmers TG, Wathes CM (2000) The preferences of laying hens for different concentrations of atmospheric ammonia. *Applied animal behaviour science*; 68: 307-18.

Lambton S, Nicol C, Friel M, Main D, McKinstry J, Sherwin C, Walton J, Weeks C (2013) A bespoke management package can reduce levels of injurious pecking in loose-housed laying hen flocks. *The Veterinary Record*; 172: 423.

Lambton SL, Knowles TG, Yorke C, Nicol CJ (2010) The risk factors affecting the development of gentle and severe feather pecking in loose housed laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* 123: 32-42.

Lay JDC, Fulton RM, Hester PY, Karcher DM, Kjaer JB, Mench JA, Mullens BA, Newberry RC, Nicol CJ, O'Sullivan NP, Porter RE (2011) Hen welfare in different housing systems 1. *Poultry Science*; 90: 278-94.

Lenz A (2015) Federpicken und Kannibalismus bei nicht-schnabelgekürzten Legehennen in Praxisbetrieben: Einfluss von Management und Haltung. Diss. med. vet. Ludwig-Maximilians-Universität, München, Deutschland.

LfL (2004) Evaluierung alternativer Haltungsformen für Legehennen. Abschlussbericht zum Gemeinschaftsprojekt der Landesanstalten für Landwirtschaft der Freistaaten Bayern, Sachsen und Thüringen. https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/schriftenreihe/p_1979_0.pdf; Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Kitzingen, Deutschland 2004: Juni 2017.

Lindberg A, Nicol C (1996) Effects of social and environmental familiarity on group preferences and spacing behaviour in laying hens. *Applied animal behaviour science*; 49: 109-23.

Louton H, Bergmann SM, Rauch E, Liebers C, Reese S, Erhard MH, Hoeborn C, Schwarzer A (2017) Evaluation of welfare parameters in laying hens on the basis of a Bavarian survey. Poultry Science pex156.

LUGMAIR A, VELIK M, ZALUDIK K, GRUBER B, THENMAIR I, ZOLLITSCH W, TROXER J, NIEBUHR K (2005) Leitfaden zum Management von Legehennen in Freiland- und Bodenhaltung mit besonderer Berücksichtigung der Verhaltensstörungen Kannibalismus und Federpicken. Hrsg.: Kontrollstelle für artgemäße Nutztierhaltung GmbH, Bruck/Mur.

Lugmair A (2009) Epidemiologische Untersuchungen zum Auftreten von Federpicken in alternativen Legehennenhaltungen Österreichs. PhD Diss. Univ. Vienna, Austria.

LWK-Niedersachsen (2016) Minimierung von Federpicken und Kannibalismus bei Legehennen mit intaktem Schnabel. Neue Wege für die Praxis: Managementleitfaden. https://www.mudtierschutz.de/fileadmin/SITE_MASTER/content/Dokumente/Downloads/Leitfaden_LH_Minimierung_Federpicken_Kannibalismus_2813MTD003-1.pdf

Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Oldenburg, Deutschland 2016: Juni 2017.

Madelin TM, Wathes C (1989) Air hygiene in a broiler house: Comparison of deep litter with raised netting floors. British Poultry Science; 30: 23-37.

Martin G, Sambras H, Steiger A (2005) Das Wohlergehen von Legehennen in Europa–Berichte, Analysen und Schlussfolgerungen. Herausgabe durch die Internationale Gesellschaft für Nutztierhaltung IGN und den Verlag Universität Kassel, Reihe Tierhaltung Band 28 S. 141.

Mashaly M, Hendricks 3rd G, Kalama M, Gehad A, Abbas A, Patterson P (2004) Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens. Poultry Science; 83: 889-94.

Matur E, Akyazi İ, Eraslan E, Ergul Ekiz E, Eseceli H, Ketten M, Metiner K,

Aktaran Bala D (2016) The effects of environmental enrichment and transport stress on the weights of lymphoid organs, cell-mediated immune response, heterophil functions and antibody production in laying hens. *Animal Science Journal*; 87: 284-92.

McAdie TM, Keeling L (2000) Effect of manipulating feathers of laying hens on the incidence of feather pecking and cannibalism. *Applied animal behaviour science*; 68: 215-29.

McAdie TM, Keeling L (2002) The social transmission of feather pecking in laying hens: effects of environment and age. *Applied animal behaviour science*; 75: 147-59.

McAdie TM, Keeling LJ, Blokhuis HJ, Jones RB (2005) Reduction in feather pecking and improvement of feather condition with the presentation of a string device to chickens. *Applied animal behaviour science*; 93: 67-80.

Müller H-J (2003) Stallluftqualität und Emissionen. *LANDTECHNIK–Agricultural Engineering*; 58: 198-9.

Nagle T, Glatz P (2012) Free range hens use the range more when the outdoor environment is enriched. *Asian-Australasian journal of animal sciences*; 25: 584.

NEWBERRY R (2004) Cannibalism, in: PERRY, G.C. (Ed.) *Welfare of the laying hen*, pp. 239-258 (Wallingford, United Kingdom, CABI Publishing).

Newberry R, Keeling L, Estevez I, Bilčík B (2007) Behaviour when young as a predictor of severe feather pecking in adult laying hens: the redirected foraging hypothesis revisited. *Applied animal behaviour science*; 107: 262-74.

Nicol C (1995) The social transmission of information and behaviour. *Applied animal behaviour science*; 44: 79-98.

Nicol C, Gregory N, Knowles T, Parkman I, Wilkins L (1999) Differential effects of increased stocking density, mediated by increased flock size, on feather pecking and aggression in laying hens. *Applied animal behaviour science*; 65: 137-52.

Nicol C, Pöttsch C, Lewis K, Green L (2003) Matched concurrent case-control study of risk factors for feather pecking in hens on free-range commercial farms in the UK. *British Poultry Science*; 44: 515-23.

Niebuhr K, Zaludik K, Gruber B, Thenmaier I, Lugmair A, Baumung R, Troxler J (2006) Untersuchungen zum Auftreten von Kannibalismus und Federpicken in alternativen Legehennenhaltungen in Österreich – Empfehlungen für die Praxis. . In: Online-Fachzeitschrift des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2006, Vienna, Austria.

Niedersächsisches Ministerium für Ernährung Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2011) Tierschutzplan Niedersachsen, Legehennen. http://www.ml.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=32023&article_id=110604&_psmand=7 2011: 27.12.2017.

Nimmermark S, Gustafsson G (2005) Influence of temperature, humidity and ventilation rate on the release of odour and ammonia in a floor housing system for laying hens.

Nimmermark S, Lund V, Gustafsson G, Eduard W (2009) Ammonia, dust and bacteria in welfare-oriented systems for laying hens. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*; 16: 103-13.

NMELV (2017) Empfehlungen zur Verhinderung von Federpicken und Kannibalismus bei Jung- und Legehennen. Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Hannover, Germany. [file:///C:/Users/Anne/Downloads/Leitfaden_Legehennen_Freigabe2%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Anne/Downloads/Leitfaden_Legehennen_Freigabe2%20(1).pdf). Juni 2017.

Nørgaard-Nielsen G (1997) Dustbathing and feather pecking in domestic chickens

reared with and without access to sand. *Applied animal behaviour science*; 52: 99-108.

O'Connor E, Parker M, Davey E, Grist H, Owen R, Szladovits B, Demmers T, Wathes C, Abeyesinghe S (2011) Effect of low light and high noise on behavioural activity, physiological indicators of stress and production in laying hens. *British Poultry Science*; 52: 666-74.

Olsson I, Keeling L (2002) The push-door for measuring motivation in hens: laying hens are motivated to perch at night. *Animal welfare*; 11: 11-9.

Pagel M, Dawkins M (1997) Peck orders and group size in laying hens: futures contracts' for non-aggression. *Behavioural Processes*; 40: 13-25.

Plattner C (2015) Verhalten nicht-schnabelgekürzter Legehennen in Boden- und Freilandhaltung mit Fokus auf das Pickverhalten. Diss. med. vet. Ludwig-Maximilians-Universität München, Deutschland.

Pötzsch C, Lewis K, Nicol C, Green L (2001) A cross-sectional study of the prevalence of vent pecking in laying hens in alternative systems and its associations with feather pecking, management and disease. *Applied animal behaviour science*; 74: 259-72.

R Core Team (2017) R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Ramadan S, Von Borell E (2008) Role of loose feathers on the development of feather pecking in laying hens. *British Poultry Science*; 49: 250-6.

Rodenburg T, Van Hierden Y, Buitenhuis A, Riedstra B, Koene P, Korte S, Van Der Poel J, Groothuis T, Blokhuis H (2004) Feather pecking in laying hens: new insights and directions for research? *Applied animal behaviour science*; 86: 291-8.

Rodenburg T, Van Krimpen M, De Jong I, De Haas E, Kops M, Riedstra B, Nordquist R, Wagenaar J, Bestman M, Nicol C (2013) The prevention and control of feather pecking in laying hens: identifying the underlying principles. *Worlds Poultry Science Journal*; 69: 361–74.

Sanotra G, Vestergaard K, Agger J, Lawson L (1995) The relative preferences for feathers, straw, wood-shavings and sand for dustbathing, pecking and scratching in domestic chicks. *Applied animal behaviour science*; 43: 263–77.

Savory C (1995) Feather pecking and cannibalism. *Worlds Poultry Science Journal*; 51: 215–9.

Schaible P, Davidson J, Bandemer SL (1947) Cannibalism and feather picking in chicks as influenced by certain changes in a specific ration. *Poultry Science*; 26: 651-6.

Schwarzer A, Louton H, Bergmann S, Rauch E, Erhard M (2015) Endbericht: Maßnahmen zur Verbesserung des Tierschutzes bei Legehennen in Praxisbetrieben, Ludwig-Maximilians-University Munich, Germany.

Spindler B, Schulze Hillert M, Hartung J (2013) Abschlussbericht Praxisbegleitende Untersuchungen zur Prüfung des Verzichts auf Schnabelkürzen bei Legehennen in Praxisbetrieben, TiHo, Hannover, Germany.

Spindler B, Giersberg M, Andersson R, Kemper N (2016) Legehennenhaltung mit intaktem Schnabel – Übersichtsbericht zum aktuellen Stand aus praktisch-wissenschaftlicher Sicht., *Züchtungskunde* 88, 6, 475-493.

Staack M, Gruber B, Keppler C, Zaludik K, Niebuhr K, Knierim U (2007) Importance of the rearing period for laying hens in alternative systems. *DTW. Deutsche tierärztliche Wochenschrift*; 114: 86-90.

Stadig LM, Ampe BA, Van Gansbeke S, Van den Bogaert T, D’Haenens E,

Heerkens JL, Tuytens FA (2015) Opinion of Belgian egg farmers on hen welfare and its relationship with housing type. *Animal*; 6: 1.

Steenfeldt S, Kjær JB, Engberg RM (2007) Effect of feeding silages or carrots as supplements to laying hens on production performance, nutrient digestibility, gut structure, gut microflora and feather pecking behaviour. *British Poultry Science*; 48: 454–68.

Steigerwald K (2007) Schleistung des Vogelauges-Perspektiven und Konsequenzen für die Haltung von Zier-und Wirtschaftsgeflügel unter Kunstlichtbedingungen. Diss. med. vet. Ludwig-Maximilians-Universität München.

Szczepanek A (2016) Untersuchungen zu Risikofaktoren für das Auftreten von Federpicken und Kannibalismus bei nicht-schnabelgekürzten Legehennen in Praxisbetrieben. Diss. med. vet. Ludwig-Maximilians-Universität München.

Tauson R, Svensson S (1980) Influence of plumage conditions on the hen's feed requirement. *Swedish journal of agricultural research*; 10: 35–9.

TIERSCHUTZ-NUTZTIERHALTUNGSVERORDNUNG (2006) Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung in der Fassung der Bekanntmachung vom 22.8.2006 (GBl. I S. 2043), die durch Artikel 3 Absatz 2 des Gesetzes vom 30. Juni 2017 (BGBl. I S. 2147) geändert worden ist. <http://www.gesetze-im-internet.de/tierschnutztv/BJNR275800001.html>; 2006: November 2017.

TIERSCHUTZGESETZ (2006) Tierschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Mai 2006 (BGBl. I S. 1206, 1313), das zuletzt durch Artikel 141 des Gesetzes vom 29. März 2017 (BGBl. I S. 626) geändert worden ist. . <https://www.gesetze-im-internet.de/tierschg/BJNR012770972.html>. November 2017.

van Hierden YM, de Boer SF, Koolhaas JM, Korte SM (2004) The control of

feather pecking by serotonin. Behavioral neuroscience; 118: 575.

Vestergaard KS, Lisborg L (1993) A model of feather pecking development which relates to dustbathing in the fowl. Animal Behaviour; 126: 291–308.

Vestergaard KS, Kruijt JP, Hogan JA (1993) Feather pecking and chronic fear in groups of red junglefowl: their relations to dustbathing, rearing environment and social status. Animal Behaviour; 45: 1127–40.

Vestergaard KS, Skadhauge E, Lawson L (1997) The stress of not being able to perform dustbathing in laying hens. Physiology & Behaviour; 62: 413–9.

Webster A (2000) Behavior of white leghorn laying hens after withdrawal of feed. Poultry Science; 79: 192-200.

Wechsler B, Huber-Eicher B (1998) The effect of foraging material and perch height on feather pecking and feather damage in laying hens. Applied animal behaviour science; 58: 131-41.

Wechsler B, Huber-Eicher B, Nash DR (1998) Feather pecking in growers: a study with individually marked birds. British Poultry Science; 39: 178-85.

Welfare Quality Assessment protocol for poultry (2009) Assessment protocol for poultry. Welfare Quality®.

Windhorst H-W (2013) Kann in der Legehennen- und Mastputenhaltung schon bald auf die Schnabelbehandlung verzichtet werden? Prof. i. R. Dr. Hans-Wilhelm Windhorst ,WING (Wissenschafts- und Informationszentrum nachhaltige Geflügelwirtschaft). http://www.wing-vechta.de/themen/schnabelbehandlung/schnabelbehandlung_vor_dem_aus_1.html

Xin H, DeShazer JA, Beck M (1987) Post-effect of ammonia on energetics of laying hens at high temperatures. Transactions of the ASAE; 30: 1121-5.

Zeltner E, Klein T, Huber-Eicher B (2000) Is there social transmission of feather pecking in groups of laying hen chicks? *Animal Behaviour*; 60: 211-6.

Zentralverband der deutschen Geflügelwirtschaft eV (2015) Pressemitteilung: Verzicht auf das Schnabelkürzen: Geflügelwirtschaft unterzeichnet freiwillige Vereinbarung mit Bundeslandwirtschaftsminister Schmidt. Accessed: Jun. 2017. [http://www.zdg-online.de/uploads/tx_userzdgdocs/Gefluegelwirtschaft_unterzeichnet Vereinbarung zum Verzicht auf das Schnabelkuerzen.pdf](http://www.zdg-online.de/uploads/tx_userzdgdocs/Gefluegelwirtschaft_unterzeichnet_Vereinbarung_zum_Verzicht_auf_das_Schnabelkuerzen.pdf) .

Zimmerman PH, Lindberg AC, Pope SJ, Glen E, Bolhuis JE, Nicol CJ (2006) The effect of stocking density, flock size and modified management on laying hen behaviour and welfare in a non-cage system. *Applied animal behaviour science*; 101: 111-24.

XI. VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN UND TABELLEN

Abbildungen:

<i>Abbildung 1: Verteilung der 41 teilnehmenden Betriebe in Bayern.</i>	23
<i>Abbildung 2: Erhebung des Gefiederscores, links einwandfreies Gefieder (Note 5), rechts fast komplett kahle Legehenne (Note 1).</i>	26
<i>Abbildung 3: Erhebung des Verletzungsscores, eine Verletzung von > 0,5 cm Durchmesser</i>	26
<i>Abbildung 4: Beurteilung des Gefieders im Rahmen der visuellen Bonitur, Kahlstelle (oben links), Gefiederschäden (oben rechts) und intaktes Gefieder (unten)</i>	27
<i>Abbildung 5: Verteilung der Betriebe nach ihrem visuellen Scores (x-Achse) und nach ihrem Gefiederscores (y-Achse) zum Zeitpunkt der Einstellung (rot) und der Ausstellung (blau)</i>	64
<i>Abbildung 6: Zusammenhänge zwischen verschiedenen Einflussgrößen (y-Achse) und dem Auftreten von Federpicken.</i>	72
<i>Abbildung 7: Einfluss bestimmter Risikofaktoren auf das Auftreten von Federpicken.</i>	74
<i>Abbildung 8: Zusammenhänge zwischen verschiedenen Einflussgrößen (y-Achse) und dem Auftreten von Kannibalismus.</i>	76
<i>Abbildung 9: Einfluss des Risikofaktors „Sitzstangenlänge in cm pro Tier“ (y-Achse) auf das Auftreten von Kannibalismus.</i>	77
<i>Abbildung 10: Anteil (x-Achse), wie oft die jeweilige Empfehlung der Übergruppen (y-Achse) komplett erfüllt, teilweise erfüllt, gar nicht erfüllt wurde bzw. keine Angabe hierzu ermittelt werden konnte</i>	81
<i>Abbildung 11: Zusammenhänge zwischen der teilweisen oder vollständigen Umsetzung von Empfehlungen (y-Achse) und dem Auftreten von einem der beiden Verhaltensstörungen, Federpicken oder Kannibalismus</i>	84
<i>Abbildung 12: Zusammenhänge zwischen der zum Teil oder vollständigen Umsetzung von Empfehlungen (y-Achse) und dem Auftreten von entweder Federpicken (links) oder Kannibalismus (rechts).</i>	86

Tabellen:

<i>Tabelle 1: Mögliche Risikofaktoren für den Ausbruch von Federpicken (FP) und Kannibalismus (KA) mit zugehörigem Verhältnis zum Ausbruch von Federpicken/Kannibalismus der jeweiligen Autoren und Empfehlungen.....</i>	<i>8</i>
<i>Tabelle 2: Einteilung der Gefieder- und Verletzungsbeurteilung.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabelle 3: Bei der Stallklimauntersuchung gemessene Parameter mit zugehöriger Einheit, dem in dieser Studie verwendeten Gerät, die Einteilung und dem literarischen Hintergrund</i>	<i>29</i>
<i>Tabelle 4: Betriebsdaten zu den untersuchten 43 Herden der 41 Betriebe</i>	<i>52</i>
<i>Tabelle 5: Deskriptive Auswertung des Gefiederscores zur Ein- und Ausstellungsuntersuchung aller 43 Herden insgesamt und einzeln.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabelle 6: Deskriptive Auswertung des Verletzungsscores zur Ein- und Ausstellungsuntersuchung, der Herdengröße, der Sitzstangenlänge/ Tier (cm) und der Rundläufe der Futterkette pro Tag (Mittelwert aus Ein- und Ausstellungsuntersuchung) aller 43 Herden.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabelle 7: Untersuchte metrische Faktoren der Risikofaktorenanalyse und dazugehörige Antworthäufigkeiten pro Faktor (n) und deskriptive Ergebnisse...</i>	<i>66</i>
<i>Tabelle 8: Untersuchte nicht metrische Faktoren der Risikoanalyse und dazugehörige Antworthäufigkeiten</i>	<i>68</i>
<i>Tabelle 9: Übergruppen der ausgesprochenen Empfehlungen mit Angabe der numerischen und prozentualen Häufigkeit und den Einzelempfehlungen</i>	<i>79</i>
<i>Tabelle 10: Aufgetretene Varianten bei der Untersuchung der Empfehlungsumsetzung mit der jeweilig aufgetretenen Häufigkeit.....</i>	<i>83</i>
<i>Tabelle 11: Boniturbogen zur Gefieder- und Verletzungsbeurteilung. Jede Zeile steht für ein Kriterium, das pro Tier erhoben wird. Jede Spalte steht für ein Tier, das bonitiert wird.</i>	<i>131</i>
<i>Tabelle 12: Kategorien des Fragebogens in Zusammenarbeit mit dem Landwirt erarbeitet. Pro Kategorien sind die jeweiligen Einteilungen in ihren Scores (1-3) farblich im Ampelsystem dargestellt.</i>	<i>132</i>
<i>Tabelle 13: Kategorien des Erhebungsbogens, erhoben durch die Mitarbeiter der LMU München im Stall. Pro Kategorie sind die jeweiligen Einteilungen in ihren Scores (1-3) farblich im Ampelsystem dargestellt.</i>	<i>137</i>

XII. EIDESSTAATLICHE VERSICHERUNG

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die Dissertation selbstständig angefertigt, mich außer den angegebenen keiner anderen Hilfsmittel bedient und alle Stellen, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen wurden, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

München, den 21. März 2018

Anne-Katrin Ursula Kaesberg

Tabelle 11: Boniturbogen zur Gefieder- und Verletzungsbeurteilung. Jede Zeile steht für ein Kriterium, das pro Tier erhoben wird. Jede Spalte steht für ein Tier, das bonitiert wird.

Datum:		Betrieb:				Stall:				
		Alter in LW:				Beurteiler:				
Tier	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rasse										
Gewicht (g)										
Kamm (0/1)										
Kopf (0/1)										
Gesichtsfarbe (w/r)										
Gefieder (5 - 1)	5 = obB; 4 = > 5 besch. Federn oder federlose Stelle Ø ≤ 1 cm; 3 = federl. Stelle Ø > 1 - ≤ 5 cm; 2 = federlose Stelle Ø > 5 cm und bis 75 % federlos; 1 = federlose Stelle Ø > 5 cm und >75 % federlos									
Hals dorsal										
Rücken										
Flügeldecke										
Schwungfedern (4-1)										
Stoß (4-1) 4= ≤bis 5 besch. Federn; 3=6-10; 2=11-15; 1= >16										
Hals ventral										
Brust										
Bauch										
Schenkel										
Stresslinien (0/1)										
Verletzungen (0-3)	0 = obB; 1 = Ø ≤ 0,5 cm; 2 = Ø > 0,5 - 1cm; 3 = Ø > 1 cm									
Hals dorsal										
Rücken										
Flügeldecke										
Stoß										
Hals ventral										
Brust										
Bauch										
Schenkel										
Kloake										
Brustbein (4-2)										
Brustbeinhaut (0-2)										
Fußballen										
Hyperkeratose (0/1)										
Läsionen (4-1)										
Zehen										
Hyperkeratose (0/1)										
Läsionen (4-1)										
Schnabellänge										
Brustbeinhaut 0 = keine Verletzungen; 1 = Hornhaut; 2 = Brustblasen 4 = obB; 3 = ggr. oberfl. bis 2mm; 2 = > 2 mm, von dorsal nicht sichtbar; 1 = hgr. von dorsal sichtbar										
Läsionen Ballen und Zehen										

Tabelle 12: Kategorien des Fragebogens in Zusammenarbeit mit dem Landwirt erarbeitet. Pro Kategorien sind die jeweiligen Einteilungen in ihren Scores (1-3) farblich im Ampelsystem dargestellt.

Kategorien	Score	Einteilung
Besatzdichte (nutzbare Fläche)	1	< 9 Hennen/m ² nutzbare Fläche (Bio: < 6 Hennen/m ²)
	2	9 Hennen/m ² nutzbare Fläche (Bio: 6 Hennen/m ²)
	3	> 9 Hennen/m ² nutzbare Fläche (Bio: > 6 Hennen/m ²)
Besatzdichte (nutzbare Stallgrundfläche)	1	< 18 Hennen/m ² Stallgrundfläche (Bio: < 12 Hennen/m ²)
	2	18 Hennen/m ² Stallgrundfläche (Bio: 12 Hennen/m ²)
	3	> 18 Hennen/m ² Stallgrundfläche (Bio: > 12 Hennen/m ²)
Zeit mit temporärer Überschreitung der zulässigen Besatzdichten	1	Tiere werden zu keinem Zeitpunkt in die Voliere eingesperrt
	2	≤3 Wochen eingesperrt oder eingeschränkter Teil der Scharfläche zur Verfügung
	3	>3 Wochen eingesperrt oder eingeschränkter Teil der Scharfläche zur Verfügung
Temporäre Überschreitung der Besatzdichte	1	Temporär ohne Zugang zu allen Stallbereichen mit < 9 Hühnern /m ² nutzbare Fläche
	2	Temporär ohne Zugang zu allen Stallbereichen mit 9 Hühnern /m ² nutzbare Fläche
	3	Temporär ohne Zugang zu allen Stallbereichen mit > 9 Hühnern /m ² nutzbare Fläche
Wie oft pro Tag geht die Betreuungsperson in den Stall?	1	> 1x/Tag
	2	1x/Tag
	3	< 1x/Tag
Wie oft pro Tag geht die Betreuungsperson in den Scharraum?	1	> 1x/Tag
	2	1x/Tag
	3	< 1x/Tag

Kategorien	Score	Einteilung
Wie oft pro Tag geht die Betreuungsperson in die Voliere?	1	> 1x/Tag
	2	1x/Tag
	3	< 1x/Tag
Wie oft pro Tag geht die Betreuungsperson in den Wintergarten?	1	> 1x/Tag
	2	1x/Tag
	3	< 1x/Tag
Viele Minuten verbringt die Betreuungsperson pro Tag bei den Legehennen?	1	>3,9 Minuten /1000 Hühner
	2	3,9 Minuten/1000 Hühner
	3	<3,9 Minuten/1000 Hühner
Ist die Herde nervöser als gewöhnlich?	1	Nein
	3	Ja
Kadavertonne	1	Ja
	2	Nein
Leerstehzeit des Stalles	1	> 2 Wochen ab Ausstallung
	2	1-2 Wochen ab Ausstallung
	3	< 1 Woche ab Ausstallung
Öffnung der Nester	1	Nester werden \geq 1h vor Lichtbeginn geöffnet
	2	Nester werden bis 60 min vor Lichtbeginn geöffnet
	3	Nester werden bei oder nach Lichtbeginn geöffnet

Kategorien	Score	Einteilung
Tiefe der Einstreu bei Einstallung	1	> 2 cm
	2	≤ 2 cm
	3	Keine Einstreu
Durchführung eines Einstreuwechsels	1	Komplett
	2	Teilweise
	3	Kein Wechsel
Streuen von Getreide im Stall	1	Regelmäßig
	2	Unregelmäßig, bei Bedarf
	3	Nein
Einsatz von Beschäftigungsmaterial im Stall	1	Ja, regelmäßig
	2	Ja, unregelmäßig
	3	Nein
Staubbad im Stall	1	Ja
	3	Nein
Beleuchtung dimmbar	1	Ja
	2	Teilweise
	3	Nein
Anzahl Umläufe der Futterkette pro Tag	1	>6x/ Tag
	2	4-6x/ Tag
	3	<4x/ Tag
Leerfressphase	1	Immer
	2	Manchmal
	3	Nie

Kategorien	Score	Einteilung
Ermittlung des Futtermittelsverbrauches	1	Futterwaage, Silowaage
	2	Schätzung (z.B Siloberechnung)
	3	Keine Ermittlung
Gemischte Einstallung	1	Nein
	2	Ja
Alter der Tiere bei Einstallung	1	17./18. LW
	2	≤ +/- 3 Wochen
	3	> +/- 3 Wochen
Wiegen der Tiere bei Einstallung	1	Ja, Einzeltierwiegung
	2	Ja, Gruppenwiegung
	3	Nein
Durchschnittliches Gewichte der Tiere bei Einstallung	1	≥ Sollgewicht
	2	Abweichung ≤ 10 % von Untergrenze des Sollgewichts
	3	Abweichung > 10 % von Untergrenze des Sollgewichts
Probleme mit der roten Vogelmilbe <i>Dermanyssus Gallinae</i>	1	Nein
	2	Ja
Probleme mit Federpicken in letztem Durchgang	1	Nein
	3	Ja
Dokumentation der Anzahl der Verluste	1	Ja, immer
	2	Unregelmäßig
	3	Nie
Kaltscharraum kontinuierlich geöffnet	1	Ja
	2	Nein
	3	Kein existierender Kaltscharraum

Kategorien	Score	Einteilung
Freiland kontinuierlich zu Verfügung	1	Ja
	2	Nein
	3	Kein existierendes Freiland

Tabelle 13: Kategorien des Erhebungsbogens, erhoben durch die Mitarbeiter der LMU München im Stall. Pro Kategorie sind die jeweiligen Einteilungen in ihren Scores (1-3) farblich im Ampelsystem dargestellt.

Kategorien	Score	Einteilungen
Stalleigene Kleidung für tierbetreuendes Personal	1	Schutzkleidung vorhanden und wird nur im Stall getragen
	2	Schutzkleidung vorhanden, wird aber auch außerhalb des Stalles getragen
	3	Keine Schutzkleidung
Luftqualität (gefühl) t	1	Gut
	2	Mittelmäßig
	3	Schlecht
Ammoniak in der Luft (gefühl) t	1	Gering
	2	Mittelmäßig
	3	Intensiv
Staubgehalt in der Luft (gefühl) t	1	Gering
	2	Mittelmäßig
	3	Intensiv
Lärm (gefühl) t	1	Leise
	2	Mittel laut
	3	Laut
Zugluft (gefühl) t	1	Gering
	2	Mittelmäßig
	3	Intensiv
Vorhandensein von Sonnenflecken	1	Nein
	2	Ja

Kategorien	Score	Einteilungen
Sind die Nester dunkel?	1	Ja
	2	Vereinzelt
	3	Nein
Gleichmäßige Ausleuchtung des Scharraumes	1	Ja
	2	Nein
Plattenbildung	1	Keine Plattenbildung
	2	Partielle Plattenbildung
	3	Vollständige Plattenbildung
Frequentierung des Scharraumes im Stall	1	Intensiv
	2	Mittelmäßig
	3	Gering
Wie viel Beschäftigungsmaterial wird angeboten?	1	< 1 Element/1000 Hühner
	2	≤ 1 Element/1000 Hühner
	3	Kein Beschäftigungsmaterial angeboten
Tiere leicht fangbar?	1	Hühner problemlos fangbar
	2	Hühner mittelmäßig fangbar
	3	Hühner schwierig fangbar
Bepicken der Erhebungsperson	1	Kein Bepicken
	2	Neugieriges Bepicken
	3	Starkes, aufdringliches Bepicken
Gegenseitiges Bepicken der Hennen untereinander	1	Kein Bepicken
	2	Vereinzelt Bepicken zu beobachten
	3	Reihenweise starkes Bepicken zu beobachten

Kategorien	Score	Einteilungen
Gegenseitiges Jagen der Hennen untereinander	1	Kein Jagen zu beobachten
	2	Vereinzelte Jagen zu beobachten
	3	Reihenweise Jagen zu beobachten
Kommen die Hennen beim Einschalten der Futterkette an den Trog?	1	Alle
	2	Die meisten kommen an den Trog
	3	Vereinzelte kommen Tiere an den Trog
Kranke Tiere im Stall nach Morgenrunde der betreuenden Person gefunden?	1	Nein
	3	Ja
Kadaver im Stall nach Morgenrunde der betreuenden Person gefunden?	1	Nein
	3	Ja
Zugänglichkeit der Anlage	1	Gut
	2	Mittelmäßig
	3	Schlecht
Bodenfedern – zähle an drei verschiedenen Messpunkten im Stall die Bodenfedern in einem Quadratmeter	1	≥ 10 Bodenfedern an allen drei Messpunkten
	2	< 10 Bodenfedern an mindestens einem Messpunkt
	3	Mindestens ein Messpunkt ohne Bodenfedern
Touch-Test – zähle an drei Messpunkten im Stall, in Hockposition und langsamen Bewegungen, wie viele Legehennen man berühren kann	1	≥ 1 Legehennen konnte im Durchschnitt der drei Messpunkte berührt werden
	2	< 1 Legehennen konnte im Durchschnitt der drei Messpunkte berührt werden

XIV. DANKSAGUNG

Besonderer Dank gilt den teilnehmenden Landwirten und ihren Herden, die wir untersucht haben. Danke für die Teilnahme und die sehr gute Zusammenarbeit, trotz manchmal sehr spontanen Besuchen.

Ebenso bedanken möchte ich mich für eine sehr gute Zusammenarbeit bei den Geflügelfachberatern der Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten in Pfaffenhofen an der Ilm und Kitzingen.

Für eine gute Betreuung mit guten Ratschlägen bedanke ich mich herzlich bei Herrn Prof. Dr. Dr. Erhard.

Neben der Mitorganisation des Projektes hatten meine Betreuerinnen Dr. Angela Schwarzer und Dr. Helen Louton stets ein offenes Ohr für sämtliche Fragen und Zeit für Korrekturen, danke dafür!

Ebenso bedanken möchte ich mich bei Miriam Zepp und Dr. Franziska Helmer, mit deren Hilfe die Durchführung des Projektes wesentlich einfacher und lustiger war!

Herrn Dr. Paul Schmidt möchte ich ebenfalls danken, für die hervorragende Statistik, die immer schnellstmöglich beantworteten Fragen, auch wenn diese manchmal mehrfach erklärt werden mussten, und die super Zusammenarbeit.

Ein besonderer Dank gilt meiner Familie, besonders meiner Schwester Stephanie, die mich immer wieder motiviert und einige Fehler aus dem Weg geräumt hat, meiner Mutter Karin, die immer hinter mir stand und die Beste im Aufmuntern war, und meinem Vater Günter, ohne den ich wahrscheinlich einen ganz anderen Weg eingeschlagen hätte.

Außerdem bedanke ich mich bei meinen Freunden für ihre Unterstützung,

besonders bei Rebecca, Gemma, Peppa und Odin, die mir die beste Hilfe und die beste Ablenkung zugleich waren.

Außerdem möchte ich mich für die finanzielle Unterstützung des Projektes bei dem Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz und dem Bayerische Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit bedanken.